

SUPER-BRINDE
Tabela de equivalência
para 9 mil transistores

NOVA ELETRONICA

ANO VIII - Nº 86 - ABRIL/1984 - Cr\$ 1.400

***Eletromecânicos:
a importância
dos componentes
"periféricos"***

**Nestor:
programa monitor
e aplicativos**

**Instrumentos
de medida para
a eletrônica**

NOVA ELETRONICA

PRÁTICA

Nestor — 3ª parte	10
-------------------	----

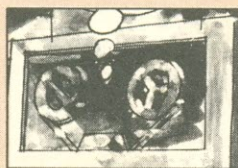
O programa que vai dar vida ao seu micro e os primeiros passos de programação

REPORTAGEM ESPECIAL

Componentes eletromecânicos e sua indústria	22
---	----

ENGENHARIA

No limiar da 5ª geração de computadores	28
---	----



Os japoneses estão avançando nesse sentido e prometem torná-la realidade até 1990. Saiba o que foram as 4 primeiras gerações e prepare-se para a quinta.

Prancheta do projetista

nacional	32
internacional	34

PRINCIPIANTE

Curso de corrente alternada — 10ª lição	36
Curso de TVPB & TVC — 21ª lição	41

TELECOMUNICAÇÕES

Radar: concepção e projeto — 3ª parte	44
A detecção do alvo	

VÍDEO

TV-Consultoria	48
Dúvidas gerais sobre TV em cores	

CAPA



O Brasil também dispõe de uma indústria de eletromecânicos de porte razoável. Considerados às vezes como componentes de "segundo escalão", eles são aqui apresentados com a devida importância. E põe seu Nestor para funcionar com a última parte básica da série.

ÁUDIO

Anatomia de um estúdio de gravação — conclusão	54
Sonorização de grandes ambientes — II — 1ª parte	62
Discos	68

BANCADA

Antenas para TV e FM — 2ª parte	70
Instrumentos de medida na eletrônica — parte 1	76



Histórico da instrumentação e das grandezas elétricas e a necessidade de medi-las. Nesta parte inicial, tudo sobre os multímetros e seus tipos.

BYTE

Arquitetura RISC acelera VLSI	84
-------------------------------	----

PY/PIX

Posto de escuta	92
-----------------	----

SEÇÕES

Cartas	4
Notas nacionais	6
Notas internacionais	8
Observatório	86
Classificados	94

NESTOR, A BASE DE TODOS
OS COMPUTADORES — CONCLUSÃO

Software e operação



Grave o programa monitor — publicado aqui integralmente — na EPROM de seu micro, faça os primeiros testes de funcionamento e utilize os programas aplicativos sugeridos

Levando em conta que, a esta altura, todos os montadores devem estar com o *hardware* de seus Nestores devidamente acertado, vamos prosseguir (e concluir) com a apresentação do programa monitor, os testes com o micro ligado, operação básica do mesmo e, por fim, alguns pequenos aplicativos, como o princípio de um relógio digital e o Jogo da Força.

Gostaríamos apenas de relembrar, antes de continuar, que o Nestor é, basicamente, um pequeno sistema de desenvolvimento para o microprocessador Z-80, de baixo custo, servindo como ferramenta para *hardware* e *software* de vários tipos de microprocessadores — devido à sua compatibilidade de *software* com o 8080, NSC-800, NEO-780 e o 8085, da Intel.

O programa monitor — Como sabemos, todo computador exige um sistema operacional que possa servir de interface entre o homem e a máquina, a fim de proporcionar um bom entendimento de parte a parte. Os sistemas operacionais podem ser classificados em diversos tipos, de acordo com sua capacidade e o tipo de máquina a que é destinado.

O chamado “programa monitor”, que não passa de um sistema operacional de pequeno porte, deve ser concebido em perfeita “sintonia” com o projeto do *hardware* — donde se conclui que, para cada *hardware*, existe um sistema operacional específico.

Encontramos hoje, nos diversos tipos de microcomputadores existentes, soluções dos mais variados tipos. Vê-se, por exemplo, computadores com uma estrutura física bastante simplificada, mas com um *software* poderosíssimo — ou vice-versa. As considerações de projeto mais importantes em qualquer caso, porém, são basicamente a velocidade de operação do sistema e seu custo.

No caso específico do Nestor, o projeto do sistema (tanto *hardware* como *software*) foi feito visando construir um sistema de baixo custo, de maneira a viabilizá-lo como montagem experimental. Em outras palavras, temos um *hardware* relativamente “pobre”, compensado, por outro lado, por um programa monitor bem estruturado, como veremos em seguida.

Nosso programa possui um total de

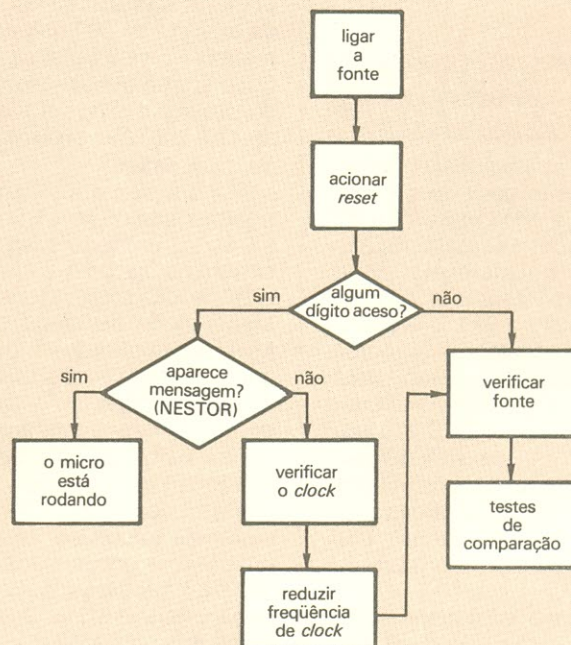


Fig. 1

Fluxograma para a seqüência de testes do Nestor.

Endereços do programa monitor

Tabela 1

0000 - <i>Programa principal (PP1)</i> : inicialização, mensagem de <i>reset</i>
0090 - <i>Varredura (VARR)</i> : leitura de teclas e varredura dos dígitos
009C - <i>Restauração (REST)</i> : varredura dos dígitos (catodos)
00A9 - <i>Tempo (TEMPO)</i> : tempo de varredura
00BD - <i>Ajuste de coluna (AJCOL)</i> : ajuste do valor da coluna introduzido pela tecla
00D8 - <i>Ajuste tecla (AJTEC)</i> : correção valor da linha da tecla
00F0 - <i>Alterar comando (ALTCOM)</i> : recebe flag de comando
00F5 - <i>Permissão (ROTPER)</i> : apaga o <i>display</i> e libera o campo de endereços
010F - <i>Campo endereços (ROTCP)</i> : entrada de dados, seqüencialmente, no campo de endereços do visor
011E - <i>Leitura (ROTLT)</i> : mostra valor do dado respectivo do endereço visado
012F - <i>Campo dados (ROTCD)</i> : permite alteração do dado
0140 - <i>Atualização (ATUAL)</i> : rotina que permite alteração de valores (endereços e dados)
0152 - <i>Decodificação (DECOD)</i> : prepara caractere para decodificação
0161 - <i>Ajuste endereço memória (RAME)</i> : atualiza par DE que fica como indicador de memória
016E - <i>Display (DISPLAY)</i> : prepara buffer de visor p/ formatação
0186 - <i>Formatação (FORMAT)</i> : formata valor para 7 segmentos
019F - <i>Próximo (ROTPR)</i> : incrementa valor do endereço presente no <i>display</i>
01AF - <i>Último (ROTUL)</i> : decrementa valor do endereço presente no <i>display</i>
01C8 - <i>Rodar (ROTRD)</i> : inicialização p/ partida do endereço colocado
01E2 - <i>Exame registradores (ROTER)</i> : inicializa seqüência dos registradores a serem mostrados no visor
01EA - <i>Inicialização (INICIAL)</i> : formata <i>display</i> para a modalidade de exame de registradores
01F4 - <i>Seleção de registradores (SELREG)</i> : seleciona o registrador seguinte a ser mostrado
0205 - <i>Alteração registradores (ALTREG)</i> : rotina de alteração do conteúdo do registrador armado
021E - <i>Saída (RO TSA)</i> : saída com valor do registrador armado
02F1 - <i>Interrupção vetorizada (RIV)</i> : recebe o endereço colocado como vetor
0C00 - Área de pilha do Ex. Registradores
0BE4 - Área de pilha do usuário (monitor)
0800 a 0BFF - Área de RAM

835 bytes (ou 343 H), contendo um programa principal, 24 sub-rotinas e tabelas de formatos e saltos. Devido à sua extensão, preferimos não esquematizá-lo em diagramas de blocos (seriam necessários mais de vinte deles). Estamos, portanto, publicando somente a listagem com os mnemônicos em *Assembler* e os respectivos códigos de máquina. Veja, na Tabela 1, os endereços principais do programa monitor, seguidos de suas respectivas funções; a forma de se utilizar essa biblioteca de *software* será vista na parte relativa aos programas, no final desta matéria.

De posse do programa monitor, já gravado em EPROM, estamos prontos para empreender a seqüência de testes dinâmicos, já prometida na 2ª parte da série. Aconselhamos que seja seguida à risca, para garantir o perfeito funcionamento do micro.

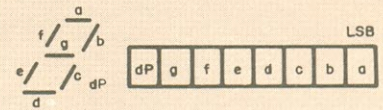
Novos testes de hardware — Antes de mais nada, é preciso ter uma

EPROM 2716 gravada com o programa apresentado e conferir cuidadosamente essa gravação — lembre-se que não é perda de tempo, pois esses cuidados evitam muita dor de cabeça depois.

Feita essa checagem, instale a memória na placa, em sua posição correta; se todos os demais componentes estiverem montados e conferidos, basta ligar a fonte e acionar o *reset* do micro (o que deve ser feito com a micro-chave instalada no extremo esquerdo da placa). Ele deverá funcionar imediatamente, o que poderá ser constatado com o surgimento da palavra "Nestor" em seu visor.

Para facilitar ainda mais essa etapa, montamos o fluxograma da figura 1, que prevê todas as possibilidades de operação ou problemas com o computador. Ele só é válido, porém, caso tenham sido efetuados os testes passivos da edição passada — considerando, assim, placa e CIs como já testados e idôneos.

Se, por acaso, você chegar até o



0 - COH	A - 88	L - C7
1 - F9	B - 83	N - C8
2 - A4	C - C6	O - C0
3 - B0	D - A1	P - 8C
4 - 99	E - 86	Q - 98
5 - 92	F - 8E	R - CE
6 - 82	G - 82	S - 92
7 - F8	H - 89	T - 87
8 - 80	I - F9	U - C1
9 - 90	J - E1	

Fig. 2

Formato da palavra do display e códigos dos caracteres mais usados.

bloco "testes de comparação", será necessário efetuar algumas verificações em pontos estratégicos do circuito. As Tabelas 2 e 3 servirão de apoio nesse caso, pois trazem os tipos de formas de onda encontrados em tais pontos, **após o acionamento do reset**.

Há um outro bloco, no fluxograma, que diz: "diminuir a frequência de *clock*". Para isso, basta acrescentar, em paralelo com o cristal, um capacitor da ordem de algumas centenas de picofarads. Essa redução da frequência poderá tornar-se necessária no caso de você estar usando (mesmo sem saber) memórias mais lentas que as previstas.

Dedique também uma certa atenção à forma de onda do *clock*, que deverá estar perfeitamente quadrado; nesse caso, a única modificação a fazer é a substituição de CI15 (74LS04) por outro. Esse tipo de problema, contudo, é bastante raro.

Com relação à fonte, não basta que ela esteja fornecendo os 5 volts prescritos, já que podem surgir ruídos devido ao chaveamento do *display* e das memórias, que, por $L \cdot di/dt$, podem produzir ruídos (pulsos breves) de cerca de 20% de Vcc; além disso, tais pulsos dificilmente são captados por osciloscópios comuns. Esse problema deverá variar de montador para montador, devido às diferenças entre CIs do mesmo tipo e a pequenas variações no traçado da placa.

Para todos os casos, porém, a solução é a mesma: ligar, soldando diretamente através de fios, o +5 V e o terra da fonte aos pinos correspondentes da CPU, sem desfazer a ligação original; em seguida, basta verificar se a operação foi alterada em alguma coisa.

Consideramos essas informações

Sinais da CPU

Tabela 2

PINOS DA CPU	FUNÇÃO	NÍVEIS LÓGICOS
30 a 40, 1 a 5	A0 a A15	pulsados
7 a 10, 12 a 15	D0 a D7	pulsados
6	clock	pulsados
19,20, 21,22,27	M1,MREQ,IORQ, RD,WR	pulsados
16,17,24 25,26	WAIT,INT,NMI, RESET,BUSREQ	nível alto

sobre o *hardware* como suficientes para a montagem do Nestor, sem tropeços. Estamos, no entanto, à disposição de todos os montadores para sanar eventuais dúvidas através de carta.

Operação: primeiros passos — Vamos dar início à seção de operação, explicando detalhadamente a função de cada tecla do micro, onde adotaremos a seguinte notação:

DISPLAY — 1234 56

campo de endereços campo de dados

TECLADO — P

Tecla RS (*reset*) — como você deve ter notado, não foi previsto espaço no teclado para essa função; ela foi propositalmente separada, sendo realizada por uma micro-chave de pressão colocada pouca acima da entrada da fonte e fixada na placa. A razão de isolá-la foi evitar que, acidentalmente, provoque a interrupção de um programa que esteja sendo rodado.

Esse é o único comando por *hardware* e é responsável pela inicialização do programa monitor, pois coloca o registrador PC (contador de programa) em 0000. Quando acionado, faz aparecer no visor a mensagem de *reset* — “Nestor” — indicando que o micro já foi inicializado. O *reset* não altera o conteúdo das memórias, embora o conteúdo dos registradores (exceto o do PC) da CPU não seja garantido pelo fabricante.

Tecla P (permissão) — tem como função a abertura do campo de endereços, que são os quatro primeiros dígitos do visor, da esquerda para a direita.

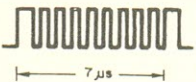
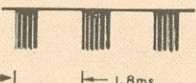
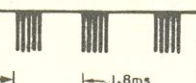
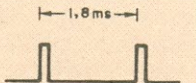
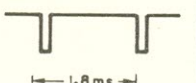
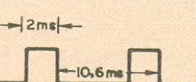
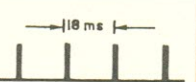
Ao ser pressionada, essa tecla faz com que o *display* apague totalmente, indicando permissão para a entrada dos algarismos em hexadecimal. Ao serem teclados, os algarismos vão en-

trando nesse campo da direita para a esquerda e podem ser carregados indefinidamente, sempre “empurrando” os outros algarismos no mesmo sentido. Isso evita ter que pressionar a tecla de permissão novamente ao ocorrer um erro de digitação, bastando apenas colocar o valor correto em seguida.

O endereço mostrado no visor servirá em três processos diferentes: listagem e modificação do dado dessa locação, como endereço de partida para rodar e como vetor de interrup-

Sinais em alguns CIs

Tabela 3

CI	PINO	FORMA DE ONDA (aproximada)
2	20	
3,4	8	
3,4	10	
7,8	4,13	
6	9	
6	2,5,7, 10,12,15	
9,10	1,4,10,13	

Todas as formas de onda para *clock* de 3,58 MHz

ção — correspondentes às teclas que veremos a seguir.

Tecla L (leitura) — tem a função de mostrar, no 5.º e 6.º dígitos do visor (campo de dados), o valor em hexadecimal da locação mostrada no campo de endereços. Ao ser pressionada, além de apresentar esse conteúdo, permite a substituição direta do mesmo, a exemplo do que ocorre com o campo de endereços, ou seja, com os algarismos entrando no mesmo sentido; permite também fazer correções diretamente, como já visto.

É importante notar que o valor mostrado no *display*, tenha sido alterado ou não, já é o conteúdo real da locação respectiva, não necessitando de um comando posterior para confirmação, como acontece em outros micros.

Tecla +1 (próximo) — incrementa de uma locação o valor indicado no campo de endereços, mostrando o conteúdo no campo de dados, que é operado exatamente como foi descrito acima.

Tecla -1 (último) — decrementa de uma locação o valor indicado no campo de endereços.

Tecla R (rodar) — faz com que o processador rode o programa que começa na locação apresentada pelo campo de endereços. Em outras palavras, para essa operação é necessária a colocação prévia de um endereço válido, através da tecla de permissão. A execução do programa é imediata, ou seja, a partir do momento em que a tecla “R” é acionada.

Tecla ER (exame de registradores) — tem como objetivo a leitura e alteração do conteúdo dos registradores. Quando acionada, então, faz surgir no visor o termo A=XX, onde XX é o conteúdo do registrador A. Se for pressionada, a seguir, a tecla +1, aparecerá o conteúdo de B, e assim por diante.

Se for acionada uma tecla hexadecimal, o valor entrará no campo de dados da direita para a esquerda, alterando o conteúdo do registrador. Nota-se que esta função é menos operacional, embora seja bastante didática. Num dos exemplos que vêm a seguir, você verá como utilizá-la.

Tecla IV (interrupção vetorizada) — como se pode ver pelo esquema do Nestor, publicado na 1.ª parte, existe a opção de liberação do NMI para uso externo. A função dessa tecla, então, é a de colocar um endereço válido — que servirá como vetor — quando houver uma transição de 1 para 0 no NMI. Em outras palavras, quando isso ocorrer, o programa partirá da locação escolhida como vetor. A operação é simples, bastando colocar o endereço através da tecla de permissão e, a seguir, acionar esta tecla.

PROGRAMA MONITOR NESTOR
NOVA ELETRONICA
SAO PAULO S.P. 01/84 MSCS/JFP

PROGRAMA PRINCIPAL

END.	INSTR.	LABEL	MNEMONICO
0000	31000C	PP1	LD SP,0C00H
0003	C5		PUSH BC
0004	D5		PUSH DE
0005	E5		PUSH HL
0006	F5		PUSH AF
0007	21E60B		LD HL,FLAG
000A	3619		LD (HL),19
000C	215C00		LD HL,MENS
000F	11E70B		LD DE,BUFDIS
0012	010600		LD BC,0006H
0015	EDB0		LDIR
0017	31E40B	INICIO	LD SP,0BE4H
001A	21E70B		LD HL,BUFDIS
001D	0600		LD B,00H
001F	1E06		LD E,06H
0021	3E01		LD A,01H
0023	CD9000	NE1	CALL VARR
0026	79		LD A,C
0027	87		ADD A,A
0028	1D		DEC E
0029	C22300		JP NZ,NE1
002C	78		LD A,B
002D	FE00		CP 00H
002F	CA1700		JP Z,INICIO
0032	21E70B	NE2	LD HL,BUFDIS
0035	CD9C00		CALL REST
0038	7A		LD A,D
0039	D303		OUT PDIG
003B	DB01		IN A,PTC
003D	FE00		CP 00H
003F	C23200		JP NZ,NE2
0042	CDBD00		CALL AJCOL
0045	CDD800		CALL AJTEC
0048	FE13		CP 13H
004A	CA7700		JP Z,NE3
004D	FE10		CP 10H
004F	DA8300		JP C,NE4
0052	CDF000	NE5	CALL ALTCOM
0055	21E60B	NE6	LD HL,FLAG
0058	76		LD A,(HL)
0059	C36900		JP RECCOM
005C	C8		DEFB
005D	86		DEFB
005E	92		DEFB
005F	87		DEFB
0060	C0		DEFB
0061	CE		DEFB
0062	00		NOOP
0063	00		NOOP
0064	00		NOOP
0065	00		NOOP

PONTO DE ENTRADA DE INTERRUPTAO NMI

0066	C3F20B	JP	RIV
0069	212003	RECCOM	LD HL,TABCOM
006C	85	AD	A,L
006D	6F	LD	L,A
006E	7E	LD	A,(HL)
006F	4F	LD	C,A

0070	3E0A	LD	A,0AH
0072	85	ADD	A,L
0073	6F	LD	L,A
0074	6E	LD	L,(HL)
0075	61	LD	H,C
0076	E9	JP	(HL)
0077	21E60B	NE3	LD HL,FLAG
007A	7E	LD	A,(HL)
007B	FE15	CP	15H
007D	CAF401	JP	Z,SELREG
0080	C35200	JP	NE5
0083	21E60B	NE4	LD HL,FLAG
0086	7E	LD	A,(HL)
0087	FE15	CP	15H
0089	CA0502	JP	Z,ALTREG
008C	00	NOOP	
008D	C35500	JP	NE6

ROTINA DE VARREDURA

0090	4F	VARR	LD C,A
0091	CD9900	CALL	TEMPO
0094	DB01	IN	A,TECLADO
0096	FE00	CP	00H
0098	C8	RET	Z
0099	47	LD	B,A
009A	51	LD	D,C
009B	C9	RET	

ROTINA DE RESTAURACAO

009C	0E06	REST	LD C,06H
009E	3E01	LD	A,01H
00A0	CD9900	NE7	CALL TEMPO
00A3	87	ADD	A,A
00A4	0D	DEC	C
00A5	C8	RET	Z
00A6	C3A000	JP	NE7

ROTINA DE TEMPO

00A9	F5	TEMPO	PUSH AF
00AA	D303	OUT	PDIG
00AC	7E	LD	A,(HL)
00AD	D301	OUT	PSEG
00AF	D9	EXX	
00B0	110001	LD	DE,ATRASSO
00B3	1B	LOOP1	DEC DE
00B4	7A	LD	A,D
00B5	B3	OR	E
00B6	C2B300	JP	NZ,LOOP1
00B9	D9	EXX	
00BA	23	INC	HL
00BB	F1	POP	AF
00BC	C9	RET	

ROTINA DE AJUSTE DE COLUNA

00BD	0E00	AJCOL	LD C,00H
00BF	3E01	LD	A,01H
00C1	BA	CP	D
00C2	CD6000	JP	Z,NE8
00C5	87	ADD	A,A
00C6	0E08	LD	C,08H
00C8	BA	CP	D
00C9	CD6000	JP	Z,NE8
00CC	87	ADD	A,A
00CD	0E10	LD	C,10H
00CF	BA	CP	D
00D0	CD6000	JP	Z,NE8
00D3	C31700	JP	INICIO

00D6	51	NE8	LD D,C
00D7	C9		RET

ROTINA DE AJUSTE DE TECLA

00D8	1E08	AJTEC	LD E,08H
00DA	0E00	LD	C,00H
00DC	3E01	LD	A,01H
00DE	B8	NE10	CP B
00DF	CAEB00	JP	Z,NE9
00E2	0C	INC	C
00E3	87	ADD	A,A
00E4	1D	DEC	E
00E5	C2DE00	JP	NZ,NE10
00EB	C31700	JP	INICIO
00EB	79	NE9	LD A,C
00EC	82	ADD	A,D
00ED	47	LD	B,A
00EE	00	NOOP	
00EF	C9	RET	

ROTINA DE ALTERAR COMANDO

00F0	21E60B	ALTCOM	LD HL,FLAG
00F3	70	LD	(HL),B
00F4	C9	RET	

ROTINA DE PERMISSAO

00F5	0E06	ROTPER	LD C,06H
00F7	21E60B	LD	HL,FLAG
00FA	3617	LD	(HL),17
00FC	23	INC	HL
00FD	36FF	NE11	LD (HL),FFH
00FF	23	INC	HL
0100	0D	DEC	C
0101	C2FD00	JP	NZ,NE11
0104	3600	LD	(HL),00H
0106	23	INC	HL
0107	3600	LD	(HL),00H
0109	23	INC	HL
010A	3600	LD	(HL),00H
010C	C31700	JP	INICIO

ROTINA DE CAMPO DE ENDEREÇOS

010F	21EE0B	ROTCP	LD HL,PBE
0112	78	LD	A,B
0113	ED6F	RLD	
0115	23	INC	HL
0116	ED6F	RLD	
0118	CD5201	CALL	DECOD
011B	C31700	JP	INICIO

ROTINA DE LEITURA

011E	CD4001	ROTLT	CALL ATUAL
0121	21E60B	LD	HL,FLAG
0124	3618	LD	(HL),18
0126	21EFOB	LD	HL,PAE
0129	CD5201	CALL	DECOD
012C	C31700	JP	INICIO

ROTINA DE CAMPO DE DADOS

012F	CD4001	ROTCOD	CALL ATUAL
0132	78	LD	A,B
0133	ED6F	RLD	
0135	7E	LD	A,(HL)


```

0136 12      LD  (DE),A
0137 21EF0B  LD  HL,P&E
013A CD5201  CALL DECOD
013D C31700  JP  INICIO

```

***** ROTINA DE ATUALIZACAO *****

```

0140 21EE0B  ATUAL LD  HL,P&E
0143 5E      LD  E,(HL)
0144 23      INC  HL
0145 56      LD  D,(HL)
0146 1A      LD  A,(DE)
0147 2B      DEC  HL
0148 2B      DEC  HL
0149 77      LD  (HL),A
014A E5      PUSH HL
014B 21E60B  LD  HL,FLAG
014E 3618    LD  (HL),18H
0150 E1      POP  HL
0151 C9      RET

```

***** ROTINA DE DECODIFICACAO *****

```

0152 01E70B  DECOD LD  BC,BUFDIS
0155 CD6E01  CALL DISPLAY
0158 2B      DEC  HL
0159 CD6E01  CALL DISPLAY
015C 2B      DEC  HL
015D CD6E01  CALL DISPLAY
0160 C9      RET

```

***** ROTINA DE AJUSTE MEMORIA DE ENDEREÇO *****

```

0161 21EE0B  RAME  LD  HL,P&E
0164 73      LD  (HL),E
0165 23      INC  HL
0166 72      LD  (HL),D
0167 2B      DEC  HL
0168 2B      DEC  HL
0169 1A      LD  A,(DE)
016A 77      LD  (HL),A
016B C9      RET
016C FF LOC. NAO USADA
016D FF LOC. NAO USADA

```

***** ROTINA DE DISPLAY *****

```

016E 7E      DIS- LD  A,(HL)
016F E5      PLAY PUSH HL
0170 21F00B  LD  HL,ROT
0173 77      LD  (HL),A
0174 AF      XOR  A
0175 ED6F    RLD
0177 CD8601  CALL FORMAT
017A 02      LD  (BC),A
017B 03      INC  BC
017C AF      XOR  A
017D ED6F    RLD
017F CD8601  CALL FORMAT
0182 02      LD  (BC),A
0183 03      INC  BC
0184 E1      POP  HL
0185 C9      RET

```

***** ROTINA DE FORMATAÇÃO *****

```

0186 D5      FORMAT PUSH DE
0187 118F01  LD  DE,INTD
018A 83      ADD  A,E
018B 5F      LD  E,A

```

```

018C 1A      LD  A,(DE)
018D D1      POP  DE
018E C9      RET

```

***** TABELA DE FORMATOS ALFA *****

```

018F C0      DEFB
0190 F9      DEFB
0190 A4      DEFB
0191 A4      DEFB
0192 B0      DEFB
0193 99      DEFB
0194 92      DEFB
0195 82      DEFB
0196 F8      DEFB
0197 80      DEFB
0198 90      DEFB
0199 88      DEFB
019A 83      DEFB
019B C6      DEFB
019C A1      DEFB
019D 86      DEFB
019E 8E      DEFB

```

***** ROTINA DE PROXIMO *****

```

019F CD4001  ROTPR CALL ATUAL
01A2 13      INC  DE
01A3 CD6101  CALL RAME
01A6 21EF0B  LD  HL,P&E
01A9 CD5201  CALL DECOD
01AC C31700  JP  INICIO

```

***** ROTINA DE ULTIMO *****

```

01AF CD4001  ROTUL CALL ATUAL
01B2 1B      DEC  DE
01B3 CD6101  CALL RAME
01B6 21EF02  LD  HL,P&E
01B9 CD5201  CALL DECOD
01BC C31700  JP  INICIO
01BF ATE 01C7 - NAO USADAS

```

***** ROTINA DE RODAR *****

```

01C8 3EFF    ROTRD LD  A,FFH
01CA D303    OUT  PD16
01CC 3E7F    LD  A,7FH
01CE D301    OUT  PSEG
01D0 21ED0B  LD  HL,MEND
01D3 36C3    LD  (HL),C3H
01D5 31F80B  LD  SP,0BF8H
01D8 F1      PUSH AF
01D9 E1      PUSH AL
01DA D1      PUSH DE
01DB C1      PUSH BC
01DC 31E40B  LD  SP,0BE4H
01DF C3ED0B  JP  ENDISP

```

***** ROTINA DE EXAME DE REGISTRADORES *****

```

01E2 21E50B  ROTER LD  HL,MENCON
01E5 36FE    LD  (HL),FEH
01E7 C3F401  JP  SELREG

```

***** ROTINA DE INICIALIZACAO *****

```

01EA 21E70B  INICIAL LD  HL,BUFDISP
01ED 36FF    LD  (HL),FFH

```

```

01EF 23      INC  HL
01F0 36FF    LD  (HL),FFH
01F2 23      INC  HL
01F3 C9      RET

```

***** ROTINA DE SELECAO DE REGISTRADORES *****

```

01F4 110403  SELREG LD  DE,TABREG
01F7 21E50B  LD  HL,MENCON
01FA 34      INC  (HL)
01FB 34      INC  (HL)
01FC 7B      LD  A,E
01FD 86      ADD  A,(HL)
01FE 57      LD  E,A
01FF 1A      LD  A,(DE)
0200 6F      LD  L,A
0201 13      INC  DE
0202 1A      LD  A,(DE)
0203 67      LD  H,A
0204 E9      JP  (HL)

```

***** ROTINA DE ALTERACAO DE REGISTRADORES *****

```

0205 21E50B  ALTREG LD  HL,MENCON
0208 111803  LD  DE,TABALT
020B 7B      LD  A,E
020C 86      ADD  A,(HL)
020D C3FE01  JP  NE12

```

***** REGISTRADOR A *****

```

0210 CD6A01  REGA  CALL INICIAL
0213 3688    LD  (HL),88H
0215 23      INC  HL
0216 36B7    LD  (HL),B7H
0218 21F90B  LD  HL,MENA
021B C31E02  JP  ROTSA

```

***** ROTINA DE SAIDA *****

```

021E 01EB0B  ROTSA LD  BC,BYTES
0221 CD6E01  CALL DISPLAY
0224 C31700  JP  INICIO

```

***** ALTERA REGISTRADOR A *****

```

0227 21F90B  ALTA  LD  HL,MENA
022A 7B      LD  A,B
022B ED6F    RLD
022D C31E02  JP  ROTSA

```

***** REGISTRADOR B *****

```

0230 CD6A01  REGB  CALL INICIAL
0233 3683    LD  (HL),83H
0235 23      INC  HL
0236 36B7    LD  (HL),B7H
0238 21FF0B  LD  HL,MENB
023B C31E02  JP  ROTSA

```

***** ALTERA REGISTRADOR B *****

```

023E 21FF0B  ALTB  LD  HL,MENB
0241 7B      LD  A,B
0242 ED6F    RLD
0244 C31E02  JP  ROTSA

```

REGISTRADOR C

0247	CDEA01	REGC	CALL	INICIAL
024A	36C6	LD	(HL),C6H	
024C	23	INC	HL	
024D	36B7	LD	(HL),B7H	
024F	21FE0B	LD	HL,MENC	
0252	C31E02	JP	ROTSA	

ALTERA REGISTRADOR C

0255	21FE0B	ALTC	LD	HL,MENC
0258	78	LD	A,B	
0259	ED6F	RLD		
025B	C31E02	JP	ROTSA	

REGISTRADOR D

025E	CDEA01	REGD	CALL	INICIAL
0261	36A1	LD	(HL),A1H	
0263	23	INC	HL	
0264	36B7	LD	(HL),B7H	
0266	21FD0B	LD	HL,MEND	
0269	C31E02	JP	ROTSA	

ALTERA REGISTRADOR D

026C	21FD0B	ALTD	LD	HL,MENC
026F	78	LD	A,B	
027A	ED6F	RLD		
0272	C31E02	JP	ROTSA	

REGISTRADOR E

0275	CDEA01	REGE	CALL	INICIAL
0278	36B6	LD	(HL),B6H	
027A	23	INC	HL	
027B	36B7	LD	(HL),B7H	
027D	21FC0B	LD	HL,MENC	
0280	C31E02	JP	ROTSA	

ALTERA REGISTRADOR E

0283	21FC0B	ALTE	LD	HL,MENE
0286	78	LD	A,B	
0287	ED6F	RLD		
0289	C31E02	JP	ROTSA	

REGISTRADOR H

028C	CDEA01	REGH	CALL	INICIAL
028F	36B9	LD	(HL),B9H	
0291	23	INC	HL	
0292	36B7	LD	(HL),B7	
0294	21FB0B	LD	HL,MENH	
0297	C31E02	JP	ROTSA	

ALTERA REGISTRADOR H

029A	21FB0B	ALTH	LD	HL,MENH
029D	78	LD	A,B	
029E	ED6F	RLD		
02A0	C31E02	JP	ROTSA	

REGISTRADOR L

02A3	CDEA01	REGL	CALL	INICIAL
02A6	36C7	LD	(HL),C7H	
02A8	23	INC	HL	
02A9	36B7	LD	(HL),B7H	
02AB	21FA0B	LD	HL,MENL	
02AE	C31E02	JP	ROTSA	

ALTERA REGISTRADOR L

02B1	21FA0B	ALTL	LD	HL,MENL
02B4	78	LD	A,B	
02B5	ED6F	RLD		
02B7	C31E02	JP	ROTSA	

REGISTRADOR F

02BA	CDEA01	REGF	CALL	INICIAL
02BD	368E	LD	(HL),8EH	
02BF	23	INC	HL	
02C0	36B7	LD	(HL),B7H	
02C2	21F80B	LD	HL,MENF	
02C5	C31E02	JP	ROTSA	

ALTERA REGISTRADOR F

02C8	21F80B	ALTF	LD	HL,MENF
02CB	78	LD	A,B	
02CC	ED6F	RLD		
02CE	C31E02	JP	ROTSA	

REGISTRADOR I

02D1	ED57	REGI	LD	A,I
02D3	21F70B	LD	HL,MENI	
02D6	77	LD	(HL),A	
02D7	CDEA01	CALL	INICIAL	
02DA	36F9	LD	(HL),F9H	
02DC	23	INC	HL	
02DD	36B7	LD	(HL),B7H	
02DF	21F70B	LD	HL,MENI	
02E2	C31E02	JP	ROTSA	

ALTERA REGISTRADOR I

02E5	21F70B	ALTI	LD	HL,MENI
02E8	78	LD	A,B	
02E9	ED6F	RLD		
02EB	7E	LD	A,(HL)	
02EC	ED47	LD	I,A	
02EE	C31E02	JP	ROTSA	

ROTINA PARA O VETOR DE INTERRUPTAO

02F1	01F20B	RIV	LD	BC,0BF2H
02F4	3EC3	LD	A,C3H	
02F6	02	LD	(BC),A	
02F7	03	INC	BC	
02F8	21EE0B	LD	HL,PBE	
02FB	7E	LD	A,(HL)	
02FC	02	LD	(BC),A	
02FD	03	INC	BC	
02FE	23	INC	HL	
02FF	7E	LD	A,(HL)	

0300	02	LD	(BC),A
0301	C31700	JP	INICIO

TABELA DE SELECAO DE REGISTRADORES

0304	10	DEFB
0305	02	DEFB
0306	30	DEFB
0307	02	DEFB
0308	47	DEFB
0309	02	DEFB
030A	5E	DEFB
030B	02	DEFB
030C	75	DEFB
030D	02	DEFB
030E	8C	DEFB
030F	02	DEFB
0310	A3	DEFB
0311	02	DEFB
0312	BA	DEFB
0313	02	DEFB
0314	D1	DEFB
0315	02	DEFB
0316	18	DEFB
0317	03	DEFB
0318	C3E201	JP ROTER

TABELA DE ALTERACAO DE REGISTRADORES

031B	27	DEFB
031C	02	DEFB
031D	3E	DEFB
031E	02	DEFB
031F	55	DEFB
0320	02	DEFB
0321	6C	DEFB
0322	02	DEFB
0323	83	DEFB
0324	02	DEFB
0325	9A	DEFB
0326	02	DEFB
0327	B1	DEFB
0328	02	DEFB
0329	C8	DEFB
032A	02	DEFB
032B	E5	DEFB
032C	02	DEFB

TABELA DE SELECAO DE COMANDOS

0330	00	DEFB
0331	01	DEFB
0332	01	DEFB
0333	01	DEFB
0334	01	DEFB
0335	01	DEFB
0336	02	DEFB
0337	01	DEFB
0338	01	DEFB
0339	00	DEFB
033A	F5	DEFB
033B	1E	DEFB
033C	AF	DEFB
033D	9F	DEFB
033E	C8	DEFB
033F	E2	DEFB
0340	F1	DEFB
0341	0F	DEFB
0342	2F	DEFB
0343	17	DEFB

Alguns testes práticos

O primeiro teste do sistema deve ser, de preferência, o menor programa possível, como a instrução *HLT*, que deixa o micro na condição de *halt*:

TECLA	DISPLAY	OBSERVAÇÕES
RS	NEST OR	
P		
0800	0800	
L	0800 XX	XX indica valor anterior
76	0800 76	76 é o código de máquina da instrução <i>HLT</i>
R	acendem apenas os pontos decimais

Outro programa curto: o retorno à rotina de *reset*, utilizando somente a instrução *jump* incondicional:

TECLA	DISPLAY	OBSERVAÇÕES
RS	NEST OR	
P		
0800	0800	
L	0800 XX	
C3	0800 C3	1º byte da instrução
+1	0801 XX	
00	0801 00	parte baixa do endereço do salto
+1	0802 XX	
00	0802 00	parte alta do endereço do salto
-1 -1	0800 C3	colocação de endereço para partida
R	NEST OR	retorno à mensagem de <i>reset</i>

Programa para o uso de exame de registradores. Carrega o registrador HL com 1234H, examina os conteúdos e faz a retificação:

TECLA	DISPLAY	OBSERVAÇÕES
RS	NEST OR	
P		
0800	0800	
L21	0800 21	coloca 1º byte da instrução <i>LD HL, dddd</i>
+134	0801 34	byte menos significativo
+112	0802 12	byte mais significativo
+1C3	0803 C3	salta p/ início programa JP end
+100	0804 00	
+100	0805 00	
P080002	NEST OR	roda o programa
ER	A = XX	
+1+1+1+1+1	H = 12	passa por A, B, C, D e E
+1	L = 34	

Um programa para teste de IV; ao ser acionado o *NMI (hardware)*, faz o processador ficar em *HLT* *:

TECLA	DISPLAY	OBSERVAÇÕES
RS	NEST OR	
P		
0900	0900	
IV	0900	coloca o vetor em 0900
P		
0900	0900	
L	0900 XX	
76	0900 76	coloca o <i>HLT</i>
RS	NEST OR	
aciona NMI (hardware)	coloca o pino 17 da CPU no nível lógico 0

Após essa sequência de testes, você já poderá começar a fazer seus programas, pois o Nestor já está funcionando perfeitamente.

Programas aplicativos

Com o traquejo conferido pelos 4 programas de teste já sugeridos, você tem condições agora de passar a um nível mais ambicioso; tente, então, mais estes quatro programas, reunidos em grau crescente de complexidade. As indicações referentes às teclas e ao *display* foram eliminadas, pois devem ser desnecessárias daqui para a frente.

Nos três primeiros programas, incluímos comentários detalhados, principalmente com relação à utilização das sub-rotinas da biblioteca de *software* existente no programa monitor. Quanto à utilização do visor, a figura 2 apresenta a palavra dos segmentos, juntamente com as formatações mais importantes. Sua aplicação prática será vista com mais clareza nos próprios programas.

1. Escrever uma palavra de seis dígitos no visor

endereço	instrução cód.máq.	label	mnemônico	comentários
0800	211008	início	LD HL,	utiliza o par HL como indicador no endereço inicial da tabela de caracteres a serem mostrados
0803	CD9C00		CALL REST	chama a rotina de restauração mandando p/ o <i>display</i> os 6 caracteres, a partir do endereço apontado por HL
0806	C30008		JP INÍCIO	salta para o início, para manter a informação no visor
0810	C8	tabela	DFB	N para escolher
0811	86	de	DFB	E a frase, é preciso utilizar os
0812	92	carac-	DFB	T códigos da fi-
0813	87	teres	DFB	gura 2
0814	C0		DFB	O
0815	CE		DFB	R

2. Circulação de palavras

Este programa faz circular, por tempo indefinido, no *display*, uma frase da direita para a esquerda.

endereço	instrução cód.máq.	label	mnemônico	comentários
0800	012008	início	LD BC, BMD	endereço inicial buffer mensagem do <i>display</i>

endereço	instrução cód.máq.	label	mnemônico	comentários
0803	1620	L2	LD D, TEMPO	fixa tempo (velocidade avanço visor)
0805	03		INC BC	avança buffer da mensagem
0806	79		LD A,C	carrega A c/ final do buffer
0807	FE36		CP 36H	compara c/ final da mensagem
0809	CA0008		JP Z,INÍCIO	recicla, se chegou ao final
080C	60	L1	LD H,B	carrega HL com indicador do buffer p/ utilizar rotina de restauração
080D	69		LD L,C	
080E	C5		PUSH BC	salva par BC
080F	CD9C00		CALL REST	chama rotina p/ <i>display</i>
0812	C1		POP BC	restaura BC
08013	15		DEC D	decrementa a constante de tempo
0814	C20C08		JP NZ,L1	não sendo zero, continua na mensagem
0817	C30308		JP L2	sendo zero, evolui de 1 dígito
0820	FF	tabela de carac- teres	DFB	} apagado
	FF		DFB	
	FF		DFB	
	FF		DFB	
	FF		DFB	
	86		DFB	E
	C1		DFB	U
	FF		DFB	} apagado
	FF		DFB	
	92		DFB	S
	CO		DFB	O
	C1		DFB	U
	FF		DFB	} apagado
	FF		DFB	
	C8		DFB	N
	86		DFB	E
	92		DFB	S
	87		DFB	T
	CO		DFB	O
	CE		DFB	R
	FF		DFB	} apagado
	FF		DFB	
	FF		DFB	
	FF		DFB	
	FF		DFB	
083A	FF		DFB	

Observações: As seis palavras iniciais não determinam dígito algum, para que o visor comece apagado. Para mudar a frase, basta usar a tabela de códigos da figura 2. Para mudar a extensão da mensagem, basta alterar a locação 0808 com o comprimento da nova mensagem. Para mudar a velocidade, é só alterar a locação 0804 com o tempo desejado.

3. Contador de 0 a 9 (no 6.º dígito)

endereço	instrução cód. máq.	label	mnemônico	comentários
0800	210009	início	LD HL,MBD	coloca HL como indicador do buf- fer do <i>display</i>
0803	36FF	A1	LD (HL),FF	apaga o dígito
0805	23		INC HL	ajusta próximo dí- gito
0806	7D		LD A,L	verifica se todo o
0807	FE06		CP 06H	visor foi apagado
0809	C20308		JP NZ,A1	retorna, se não apagou
080C	210609	A2	LD HL, MENCON	se apagou, arma memória de con- tagem
080F	3600		LD (HL),00	zera essa memória
0811	210609	A4	LD HL, MENCON	arma memória de contagem
0814	34		INC (HL)	incrementa memó- ria de contagem
0815	1620		LD D, TEMPO	tempo que deter- mina velocidade contagem
0817	7E		LD A,(HL)	carrega acumula- dor c/a contagem
0818	FE0A		CP 0AH	verifica se conta- gem chegou a 10
081A	CA0C08		JP Z,A2	salta se é 10, p/z- erar contador e reci- clar
081D	CD8601		CALL FORMAT	formata o conteú- do de A em 7 seg- mentos
0820	210509		LD HL,DIG6	HL é indicador do último dígito do vi- sor
0823	77		LD (HL),A	dá o valor formata- do a esse dígito
0824	210009	A3	LD HL, MENBUF	HL é indicador do buffer do <i>display</i>
0827	CD9C00		CALL REST	contagem no últi- mo dígito e o res- tante apagado
082A	15		DEC D	decrementa tempo
082B	C22408		JP NZ,A3	se não acabou, a contagem não evolui
082E	C31108		JP A4	se acabou, incre- menta o dígito

Observações: Para alterar o tempo, basta mudar o valor do registrador D na locação 0816. Como sugestão para o leitor, se o programa for ampliado, é possível implementar um relógio digital; basta continuar a mesma análise para os demais dígitos do visor.

4. Jogo da força

Neste caso, devido à extensão do programa, dispensamos os comentários. Para jogar, deve-se rodar o programa a partir de 0800, que fará circular no *display* o título "jogo da força"; com isso, o jogo já foi inicializado. A palavra oculta deve ser introduzida com o auxílio dos códigos mostrados na figura 2, os quais devem ser teclados de acordo com os caracteres desejados.

Em outras palavras, a cada duas teclas acionadas, aparecerá o caractere correspondente no *display*, até que tenham sido completados os 6 dígitos. A palavra introduzida permanece por mais uns 3 segundos e depois se apaga.

Nas tentativas obedece-se o mesmo processo, entrando com os códigos correspondentes. No caso de acerto, na posição onde deveria estar o caractere ele surge e permanece. Em caso de erro, o visor mostrará a mensagem "erro n.º X", até o máximo de 7 erros; nesse limite, o jogo termina com a mensagem "perdeu". Boas jogadas.

endereço	instrução cod. máq.	label	mnemônico
0800	010009	início	LD BC,EIT
0803	1620	A4	LD DE,20
0805	03		INC BC
0806	79		LD A,C
0807	FE16		CP 16H
0809	CA0008		JP Z,INICIO
080C	IE06	A3	LD E,06H
080F	3E01		LD A,01H
0810	60		LD H,B
0811	69		LD L,C
0812	CDA900	A2	CALL TEMPO
0815	08		EX AF
0816	DB01		IN, TECLADO
0818	FE00		CP 00H
081A	C22A08		JP NZ,A1
081D	08		EX AF
081E	87		ADD A,A
081F	1D		DEC E
0820	C21208		JP NZ,A2
0823	15		DEC D
0824	C20C08		JNZ, A3
0827	C30308		JP, A4
082A	08	A1	EX AF
082B	214909		LD HL,MENCON 1
082E	3600		LD(HL), 00
0830	215609		LD HL, MENCON 2
0833	3600		LD (HL), 00
0835	215909		LD HL, MENE
0838	3600		LD (HL), 00
083A	D9		EXX
083B	215009		LD HL, PONT
083E	D9		EXX
083F	214A09		LD HL, ZM
0842	36FF	A5	LD (HL), FF
0844	23		INC HL
0845	7D		LD A, L
0846	FE56		CP 56H
0848	C24208		JP NZ,A5
084B	215009	A6	LD HL, A6
084E	CD7009		CALL RIP
0851	78		LD A, B

endereço	instrução cód.máq.	label	mnemônico	endereço	instrução cód.máq.	label	mnemônico
0852	FE00		CP 00H	08DE	79		LD A, C
0854	CA4B08		JP Z, A6	08DF	C3D208		JP A13
0857	215009	A7	LD HL, DIG 1	08E2	7B	A12	LD A, E
085A	CD9C00		CALL REST	08E3	FE00		CP 00
085D	7A		LD A, D	08E5	CA9009		JP Z, ERROU
085E	D303		OUT, PDIG	08E8	C39308		JP A9
0860	DB01		IN A, 01	08EB a 08EF	não são usadas		
0862	FE00		CP 00H	08F0	215709	A13	LD HL TAB
0864	C25708		JP NZ, A7	08F3	78		LD A, B
0867	CDBD00		CALL AJCOL	08F4	ED6F		RLD
086A	CDD800		CALL AJTEC	08F6	7E		LD A, (HL)
086D	215609		LD HL, MENCON	08F7	D9		EXX
0870	7E		LD A, (HL)	08F8	77		LD (HL), A
0871	CB47		BIT 0, A	08F9	23		INC HL
0873	C2F008		JP NZ, A13	08FA	D9		EXX
0876	215709		LD HL, MET	08FB	C37A08		JP, A14
0879	70		LD (HL), B	08FE e 08FF	não são usadas		
087A	215609	A14	LD HL, MENCON	0970	0600	RIP	LD D, 00
087D	34		INC (HL)	0972	1E06		LD E, 06
087E	7E		LD A, (HL)	0974	3E01		LD A, 01
087F	FE0C		CP OCH	0976	CD9000	A15	CALL VARR
0881	C24B08		JP NZ, A6	0979	79		LD A, C
0884	116000		LD DE, TEMPO	097A	87		ADD A, A
0887	215009	A8	LD HL, BUF	097B	1D		DEC E
088A	CD9C00		CALL REST	097C	C27609		JP NZ, A15
088D	B		DEC DE	097F	C9		RET
088E	7A		OR E	0980	4F	ACERTO	LD C, A
088F	B3		JP NZ, A8	0981	7D		LD A, L
0893	214A09	A9	LD HL, BUFT	0982	E5		PUSH HL
0896	CD7009		CALL RIP	0983	D606		SUB 06
0899	78		LD A, B	0985	6F		LD L, A
089A	FE00		CP 00	0986	71		LD (HL), C
089C	CA9308		JP Z, A9	0987	E1		POP HL
089F	214A09	A10	LD HL, MET	0988	23		INC HL
08A2	CD9C00		CALL REST	0989	79		LD A, C
08A5	7A		LD A, D	098A	1E01		LD E, 01
08A6	D303		OUT PDIG	098C	C3D708		JP, A16
08A8	DB01		IN A, 01	098F	não é usado		
08AA	FE00		CP 00	0990	215909	ERROU	LD HL, MENCON
08AC	C29F08		JP NZ, A10	0993	34		INC (HL)
08AF	CDBD00		CALL AJCOL	0994	7E		LD A, (HL)
08B2	CDD800		CALL AJTEC	0995	216009		LD HL, TFE
08B5	214909		LD HL, MENCON	0998	85		ADD A, L
08B8	CB46		BIT 0, (HL)	0999	6F		LD L, A
08BA	C2C508		JP NZ, A11	099A	7E		LD A, (HL)
08BD	34		INC (HL)	099B	215A09		LD HL, BUFE
08BE	215809		LD HL, MET	099E	3686		LD (HL), COD
08C1	70		LD (HL), B	09A0	23		INC HL
08C2	C39308		JP A9	09A1	36CE		LD (HL), COD
08C5	34	A11	INC (HL)	09A3	23		INC HL
08C6	78		LD A, B	09A4	36CE		LD (HL), CEH
08C7	215809		LD HL, MET	09A6	23		INC HL
08CA	ED6F		RLD	09A7	36C0		LD (HL), COH
08CC	7E		LD A, (HL)	09A9	23		INC HL
08CD	1E00		LD E, 00	09AA	36FF		LD (HL), FFH
08CF	215009		LD HL, MENE	09AC	23		INC HL
08D2	BE	A13	CP (HL)	09AD	77		LD (HL), A
08D3	CA8009		JP Z, ACERTO	09AE	116000		LD DE, TEMPO
08D6	23		INC HL	09B1	215A09	A16	LD HL, MENE
08D7	4F	A16	LD C, A	09B4	CD9C00		CALL REST
08D8	7D		LD A, L	09B7	1B		DEC DE
08D9	FE56		CP 56H	09B8	7A		LD A, D
08DB	CAE208		JP Z, A12	09B9	B3		OR E

endereço	instrução cód.máq.	label	mnemônico
09BA	C2B109		JP NZ, A16
09BD	215909		LD HL, NDV
09C0	7E		LD A, (HL)
09C1	FE07		CP 07H
09C3	CAD009		JP Z, PERDEU
09C6	C39308		JP, A9
09D0	012009	PERDEU	LD BC, MDP
09D3	1620	A18	LD D, TEMPO
09D5	03		INC BC
09D6	79		LD A, C

endereço	instrução cód.máq.	label	mnemônico
09D7	FE32		CP 32H
09D9	CAD009		JP Z, PERDEU
09DC	60	A17	LD H, B
09DD	69		LD L, C
09DE	C5		PUSH BC
09DF	CD9C00		CALL REST
09E2	C1		POP BC
09E3	15		DEC D
09E4	C2DC09		JP NZ, A17
09E7	C3D309		JP, A18

Tabélas de mensagens

"jogo da forca"

endereço	cód. máq.
0900	FF
0901	FF
0902	FF
0903	FF
0904	FF
0905	FF
0906	E1
0907	C0
0908	82
0909	C0
090A	FF
090B	FF
090C	A1
090D	88
090E	FF
090F	FF
0910	8E
0911	C0
0912	CE
0913	C6
0914	88
0915	
a	FF
091A	

"perdeu"

endereço	cód. máq.
0920	FF
0921	FF
0922	FF
0923	FF
0924	FF
0925	FF
0926	C7
0927	86
0928	FF
0929	FF
092A	A1
092B	88
092C	C8
092D	C6
092E	86
092F	
a	FF
0934	

"erro"

endereço	cód. máq.
0961	F9
0962	A4
0963	B0
0964	99
0965	92
0966	82
0967	F8

Conclusão — Este foi um trabalho feito com muito empenho. Acreditamos que todos os leitores — tenham ou não montado seu próprio micro — usufruíram alguma coisa dele, algo que poderá ser de grande utilidade numa sociedade cada vez mais informatizada.

Nosso objetivo foi o de transmitir informações àqueles que gostariam de aprender realmente a "mexer" em

microcomputadores e sem gastar muita verba com isso. Deixamos isso claro quando anunciamos que o Nestor é um micro dirigido a quem quer aprender a projetar sistemas e não apenas operá-los — ou seja, foi projetado especificamente para os estudantes, profissionais ou autodidatas de eletrônica.

Assim, com o Nestor e um curso de *Assembler* (ou mesmo um bom livro

que trate desse tema), qualquer montador poderá ter em pouco tempo um bom conhecimento dessa área. Sem falar no mercado de trabalho em informática, que ainda resiste à crise e pode oferecer boas oportunidades, esse pequeno micro pode significar mais um passo no domínio da tecnologia por brasileiros e para brasileiros — um importante fator de independência industrial e de pesquisa. ●

Desempenho no setor de eletromecânicos

Nossa indústria de componentes eletromecânicos ainda não é capaz de atender todas as necessidades do mercado nacional, obrigando o país a importar parte considerável do que consome

A revista *Nova Eletrônica* ouviu doze empresas fabricantes de componentes eletromecânicos com o objetivo de oferecer um painel do que é feito no Brasil pelo setor. As empresas foram selecionadas em função de seu peso no mercado, de sua capacidade tecnológica e da própria disposição em prestar informações à imprensa. Quanto aos produtos, o critério foi o técnico, com a escolha recaindo sobre aqueles de maior difusão no mercado nacional: relês, potenciômetros, capacitores variáveis, conectores, ferrites e cristais osciladores.

Numa avaliação ainda parcial do setor, foi possível constatar que um de seus maiores problemas é a falta de uma política de substituição de importações organizada, seja pelas entidades industriais de classe, seja da parte dos órgãos governamentais. Os esforços existentes dão-se a partir de iniciativas isoladas de empresas consumidoras pressionadas pela política de restrição às importações, ou de fabricantes que procuram ampliar a sua faixa de produtos para fazer frente à crise.

O resultado disso, como admitem alguns técnicos do próprio GEICOM — Grupo Interministerial de Componentes e Materiais, é muita coisa ser ainda importada na área de eletromecânicos, sem que haja sequer estatísticas precisas do volume dessas transações. A própria produção nacional é também difícil de ser avaliada — ou porque as fabricantes preferem manter segredo sobre o seu real peso no mercado, ou ainda porque os eletromecânicos costumam ser arrolados

indistintamente com componentes de outros tipos nas avaliações que são feitas.

O mais grave, contudo, é que, em muitos casos, importações dispendiosas poderiam ser evitadas simplesmente através de adaptações nos produtos fabricados no Brasil — isso para ficar apenas em um exemplo e não entrar na discussão sobre as “caixas pretas”, importações ilegais e necessidade de uma política racional de normas técnicas.

Nos relês, a rivalidade entre dois concorrentes

Numa mesma avenida, no município de Itapeirica da Serra, na Grande São Paulo, estão instaladas as unidades industriais de duas líderes da produção nacional de relês eletrônicos: a Schrack e a Christian-Zettler. Ambas atuam no mercado brasileiro de relês desde o começo dos anos 70 — um período não muito longo, mas o bastante para alimentar um indisfarçável

sentimento de rivalidade entre os seus funcionários de primeiro escalão. Trata-se, contudo, muito mais de uma herança do passado das duas empresas, relacionada com as suas origens e a acirrada concorrência dos primeiros anos, quando ambas lutavam para se afirmar no mercado brasileiro. Pois, hoje, as disputas concorrenciais parecem ter cedido lugar a uma situação de relativo equilíbrio, com a Schrack priorizando a produção de relês para a aplicação industrial, e a Christian-Zettler especializando-se no atendimento dos setores de telecomunicações e controle de processos.

A Metaltex é outra importante fabricante brasileira de relês eletrônicos, sediada na Vila Olímpia, em São Paulo. Iniciou em 1958 as suas atividades nesse segmento industrial, tendo ocupado posição de liderança por um período de quase quinze anos, até ser desbancada pela Schrack e a Christian-Zettler. Controladas por capital estrangeiro (austriaco e suíço, respectivamente), essas duas empresas dispunham de maior solidez financeira e de avançada tecnologia europeia para a fabricação de relês.

Schrack — Embora caracterizando-se como uma fornecedora voltada preferencialmente para o setor industrial (painéis elétricos, em particular), a Schrack mantém uma ampla linha de relês eletrônicos distribuídos em dois grupos básicos: o de relês de sinal (correntes baixas no contato) e os de potência. Os modelos mais difundidos do primeiro grupo são o tipo *reed* e o ZK/miniatutura, sendo que entre os de potência podem ser citados o mini-



Tarcísio, da Christian-Zettler.

relê ZF e os modelos RP e RA, com correntes de 5 a 15 A ou, em casos especiais, de até 40 A.

Do total de sua produção, que pode atingir até 700 mil unidades por mês, a Schrack exporta de 25% a 30% para os Estados Unidos e países da Europa.

A empresa também tem procurado diversificar a sua participação no mercado brasileiro, através do lançamento de novos modelos, como o de um relê sólido/auxiliar para aplicações variadas e de um fotoelétrico, para iluminação pública, dotado de comando



Enio, da Metaltex: esperança num "reed".

eletrônico (os modelos convencionais existentes no mercado são acionados por via térmica ou magnética).

Christian-Zettler — Com uma capacidade instalada de aproximadamente 200 mil relês/mês, a Christian-Zettler também apresenta uma postura agressiva em relação ao mercado externo, destinando pelo menos 25% do que produz para vendas nos Estados Unidos e Alemanha Ocidental, principalmente. Sua linha de produção inclui uma dezena de diferentes tipos de relês eletrônicos, onde se destacam o micro-relê com dois contatos reversíveis; o relê de baixo perfil com um ou dois contatos reversíveis para 1 A ou um contato reversível para 3 A; o miniatura de potência, com um ou dois contatos reversíveis; e, finalmente, o miniatura modelo CZ-10, que apresenta até seis contatos reversíveis, podendo adaptar-se às várias aplicações, de 10 mA a 7,5 A.

Tarcísio Rabelo, gerente comercial da Zettler, apregoa como grande feito da empresa, em 83, o fato dela ter ampliado suas vendas no último semestre de 83 e nos dois primeiros meses de 84, apesar da crise econômica que o país atravessa. "Isso se deveu aos pedidos dos setores de telecomunicações e de controle de processos, que continuam crescendo apesar de tudo, mas também à nossa capacidade de exportar", diz ele.

O ano de 83 também trouxe outros fatos novos para a história da Zettler, além dos resultados econômicos. Em janeiro de 1983, a ACE — Acessórios

Elétricos Ltda adquiriu o seu controle acionário, desvinculando a empresa da Alois-Zettler, o grupo suíço que até então detinha a maior parte de seu capital.

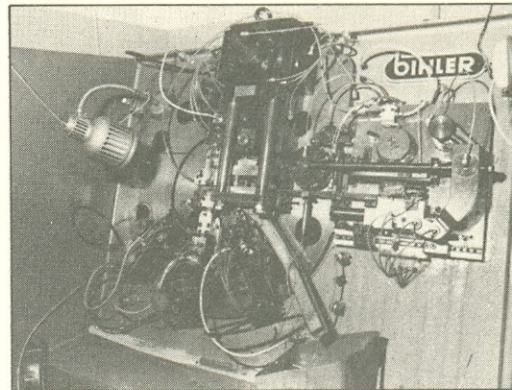
Metaltex — Para fazer frente à recessão econômica e às suas poderosas concorrentes, a Metaltex — empresa totalmente nacional desde a sua criação, em 1958 — deposita suas esperanças em um micro-relê por ela desenvolvido no período de 80 a 82. Dedicado principalmente à telefonia e à informática, esse micro-relê, como explica Enio Lewinski, diretor técnico da empresa, "já foi homologado pelas principais empresas de telefonia do país, incluída a Telebrás. Construído nas modalidades *normal* ou *selado hermeticamente*, ou ainda *selado hermeticamente com gás inerte*, o novo relê fabricado pela Metaltex possui dois contatos reversíveis para 2 A resistivos e a mesma pinagem de um circuito impresso de 16 pinos. Uma de suas vantagens complementares", afirma Lewinski, "é que ele pode substituir na maioria dos casos o relê tipo *reed*, cuja fabricação no Brasil depende inevitavelmente da importação de ampolas".

Além do micro, a Metaltex fabrica outros doze tipos de relês para diferentes aplicações, perfazendo um total de 50 mil unidades/mês. Entre eles, estão os industriais de encaixe; o *reed* (com ampola importada); o subminiatura e o de perfil extra-chato para circuito impresso; o relê para RF e os relês coaxiais para comutação de antenas e canais de radiofrequência.

Um mercado promissor para os conectores

"Trata-se de um mercado difícil de se avaliar, tal a diversidade das aplicações dos conectores, especialmente se consideramos os da família eletrônica". Embora cuidadoso em sua apreciação do mercado brasileiro, Luiz Lucas Roberto Castelo Branco, gerente comercial da Conexel, reconhece a sua enorme potencialidade. E não podia ser de outro modo, já que a Conexel, originariamente uma fabricante de conectores para eletrotécnica do município paulista de Diadema, acaba de fechar um contrato para a comercialização exclusiva no Brasil de "euroconectores", fabricados pela Ericsson.

Os euroconectores — assim denominados pelo fato de obedecerem a normas técnicas DIN, da Alemanha Ocidental — já vinham sendo fabricados pela Ericsson desde o começo do ano passado, destinando-se, contudo,



Celis: tecnologia e planos otimistas.

apenas ao seu consumo interno no setor de telefonia. Os modelos que estão sendo agora apresentados ao mercado são o normal e o invertido, nas versões macho e fêmea. Sua corrente máxima é de 1A, enquanto os seus contatos, confeccionados em bronze fosforoso, podem variar de um número mínimo de 8 a um máximo de 96.

Juntamente com os euroconectores, a Conexel está comercializando um conector miniatura, macho e fêmea, com até 21 contatos e que pode ser utilizado combinadamente com o euroconector, ampliando sua faixa de uso. Segundo Guilherme Kuchler, engenheiro de campo da Conexel, "o sistema de conectores que está sendo comercializado, para circuito impresso, foi desenvolvido com o objetivo de atender prioritariamente ao mercado da informática e telecomunicações, na construção de racks."

AMP — Com a sustentação de um conglomerado norte-americano — o **AMP Incorporated Harrisburg** — que possui dezenas de filiais espalhadas pelo mundo, a AMP é, entre as fabricantes de conectores, a que apresenta a maior quantidade de tipos e modelos, tanto para aplicações elétricas como eletrônicas. Embora com duas unidades industriais no Brasil — Bragança Paulista e Itatiba (ambas em S. Paulo) — as atividades da empresa geram suspeitas entre os seus con-



Os fabricantes de conectores têm ampliado sua capacidade produtiva

correntes, que acusam-na de fabricar no Brasil apenas uma parte de seus conectores, importando componentes para simplesmente montar o restante em território nacional.

Entre os seus produtos de maior destaque, estão os conectores para circuito impresso (CI). São esses os seus principais modelos: *EDGE* — para a ligação de cabos a placas de CI, com duas filas de 25 contatos cada (bronze fosforoso), passo de 2,54 e resistência máxima de contato de 15 mΩ; *MTEIS* — para a ligação de cabos ao CI, com terminação em massa, contatos confeccionados em bronze fosforoso (até 20 unidades), passo de 2,54 e corrente máxima de 3,5 A; *Modu* — para sistemas de conexões múltiplas cabo/placas de CI, nas versões macho e fêmea, com até 50 vias de contatos confeccionados em latão, passo 2,5 (fila simples e dupla) e corrente máxima de 3 A; *Novo Latch* (fêmea) — para cabos planos e que através de um conector macho realiza a ligação cabo/placa de CI; possui até 60 vias de contatos de latão, passo 2,54 x 2,54 e corrente máxima de 1 A. Para



José Carlos: agressividade no mercado.

o setor de entretenimento (eletrodomésticos), a AMP apresenta, entre outros, o modelo *Combo-Line*, para a ligação cabo-a-cabo, e cabo/placa de CI. Sua linha de produtos é constituída ainda pelos modelos *ADW*, de tipo mini, para emendar fios FE-100; o *BNC*, para cabos coaxiais flexíveis; e, finalmente, o *Tel Splice*, para emendas em cabos telefônicos com isolamento plástico.

Celis — Controlada pelo mesmo grupo austríaco que é proprietário da Schrack, a Celis dedica-se à fabricação de elementos de interligação eletrônica, além de máquinas aplicativas para esses produtos e estampa de precisão. Sua linha de produção de conectores é especializada no atendimento dos setores de informática e de telecomunicações. Isso, além de garantir-lhe uma boa performance fi-

nanceira nesses tempos de recessão, tem encorajado a empresa a fazer planos otimistas para o futuro, tanto no que se refere à expansão de sua capacidade instalada como no lançamento de novos produtos no mercado. Segundo José Carlos Pereira da Cunha, da Schrack, e que também responde pelo departamento comercial da Celis, "a expansão da informática e da telecomunicação levou-nos a iniciar estudos para lançar no Brasil alguns modelos de euroconectores, além de outros tipos de conectores para placas de CI".

No momento, a Celis dispõe, entre outros, dos seguintes modelos: *KRE multipolar* (tipo borne) — para interfacçamento entre elementos eletrotécnicos e a placa de CI, com passos de 5 e 10 mm, até 10 contatos, e corrente máxima de 10 A; trapezoidal — fabricado segundo o padrão mundial RS 232 de transmissão serial, para uso específico em informática e telecomunicações (com até 25 contatos); circular — igualmente destinado à aplicação profissional e em equipamentos de áudio sofisticados (até 8 contatos e corrente máxima de 5 A); *jumper* — para codificação NA ou NF conjugada com barras de pinos, em aplicações profissionais (dois contatos apenas e resistência de contato menor ou igual a 5 mΩ).

Alta produção de potenciômetros

Das fabricantes nacionais de potenciômetros, a Ibrape — subsidiária do Grupo Philips — é a que apresenta a maior variedade de tipos — e um volume de produção elevado que lhe assegura posição de liderança absoluta no mercado brasileiro: 40 milhões de unidades por ano. Os potenciômetros da Ibrape destinam-se ao consumo da própria Philips, e o restante vai para o mercado interno nacional, atendendo às indústrias do setor de entretenimento e também do profissional (informática, telecomunicações e instrumentação).

Duas outras fabricantes — a Alps, de origem japonesa, e a DAU, controlada por capital brasileiro — também desempenham papel de destaque na produção de potenciômetros, embora ofereçam uma menor quantidade de tipos e concentrem os seus esforços produtivos no atendimento de clientes do setor de entretenimento. Da mesma forma que a Ibrape, Alps e DAU registram poucas vendas para o exterior, mas os reflexos da crise econômica na indústria eletro-eletrônica está começando a motivá-las para a busca de novos mercados, através da

diversificação de seus produtos e da exportação.

IBRAPE — Também importante produtora de outros componentes do setor de ativos e passivos, o que lhe proporciona facilidades em seu relacionamento com o mercado, a Ibrape apresenta quatro tipos diferentes de potenciômetros: rotativos, deslizantes, multivoltas e de ajuste. No primeiro caso, os potenciômetros rotativos podem ser encontrados nas versões *simples* (com bucha ou com fixação por lingueta de torção), ou na versão *tandem/estéreo* (também com bucha). Em ambos os modelos, os eixos são construídos em plástico ou metal, o diâmetro é de 23 mm (há também uma linha de 16 mm) e os tipos de curva podem ser lineares ou logarítmicas ou logarítmicas invertidas.

Os deslizantes são apresentados também em versão simples ou tandem, com fixação frontal, curvas lineares, logarítmicas ou logarítmicas invertidas, em três modelos de percursos diferenciados: 40, 60 e 25 mm.

Os multivoltas são também oferecidos em três modelos — sempre com curvas lineares — de 20, 10 ou 40 voltas. Os de ajuste — conhecidos como trimpots — são fabricados à base de carbono, com diâmetros de 10 ou 14 mm, na forma vertical ou horizontal, com tolerância de $\pm 20\%$ e ângulo de rotação de 260° ou 230°.

DAU — Com uma unidade industrial em São Paulo, encaminhando a instalação de outras duas no município paulista de Jacaré e em Manaus, a DAU opera, basicamente, com dois tipos de potenciômetros: o cermete de ajuste e o de fio bobinado. O material básico empregado na fabricação do cermete é o filme metálico, que é depositado sobre uma base cerâmica (alumina), que lhe proporciona variação de resistência. É apresentado nos



Bender: ênfase no mercado profissional.

modelos aberto ou com proteção, com tolerâncias de $\pm 10\%$ ou $\pm 20\%$, ângulo de rotação de 250° , curvas lineares e ajuste do eixo nos dois lados.

O potenciômetro de fio bobinado possui terminais para montagem em circuito impresso, ligação a conectores padronizados e soldagem em cabos. Seu elemento resistivo constitui-se de um fio condutor, com uma determinada resistência, que é bobinado sobre uma base isolante. Possui seção única e uma só volta e é acoplado a um eixo cuja ponta de alumínio ou de plástico pode ser confeccionada em vários tamanhos. A variação de sua resistência é linear.

ALPS — Há dez anos no mercado brasileiro, a Alps possui duas unidades industriais: uma em São Paulo e outra em Curitiba, onde são fabricados dois tipos de potenciômetros — rotativos e deslizantes. Os rotativos, com diâmetro de 16 ou 24 mm, são fabricados nas versões simples ou tandem, com eixo metálico simples ou duplo, ou com dois eixos concêntricos, e curvas lineares ou logarítmicas.

A Alps oferece quatro modelos de potenciômetros deslizantes, dois deles na versão simples (com percursos de 45 ou 60 mm), e os outros, na versão dupla (percursos de 20 e 30 mm), dispondo de duas pistas. Suas alavancas são metálicas ou de plástico e o tipo de curva, linear ou logarítmica.

Fabricantes tentam se ajustar à crise

Também os fabricantes de capacitores variáveis estão procurando ajustar as suas diretrizes de produção ao período de crise vivido pela economia brasileira, e que tem provocado uma significativa redução das encomendas de componentes por parte de seus clientes tradicionais, em particular os fabricantes de rádio, TV e som. Theodoro Bender, diretor da DAU, empresa paulista que há dez anos atua no setor, dá a receita: "Vamos explorar a capacidade tecnológica acumulada pela DAU para aumentar nossa produção dirigida ao mercado profissional, que continua expandindo".

Atualmente, a DAU oferece ao mercado brasileiro um tipo de capacitor variável com dielétrico de teflon ou polipropileno, nas versões tradicional e profissional. Nesta última, o dielétrico é sempre de teflon e as partes metálicas são revestidas com uma camada de ouro, de acordo com as exigências da aplicação para a qual é destinada: montagem em circuito impresso para uso profissional (informática,

controle de processos e instrumentação).

Quanto à capacidade (nominal), os capacitores produzidos pela DAU distribuem-se na faixa de 1,5/5,5 pF a 14/115 pF, na versão *standard*. Na profissional, onde há menor quantidade de modelos disponíveis, são oferecidos capacitores com 2/18, 2/9 e 2/18 ou 3/25, 4/40 e 5/60 pF (esses últimos com diâmetro de 9 mm).

Dois outros fabricantes de capacitores variáveis, ouvidos pela *Nova Eletrônica* — Alps e Metaltex — têm a sua produção concentrada em áreas específicas de aplicação. A Alps fabrica dois tipos de capacitores com ajuste, sendo um deles destinado a aplicações em AM e o outro em AM/FM. No primeiro caso, a empresa pode fornecer modelos com capacidades de 266 pF x 2, 170 pF x 2 e 126 pF x 2. Para a aplicação conjunta AM/FM, as capacidades possíveis são: 140 pF + 82 pF + 20 pF x 2, 266 pF x 2 + 20 pF x 2, e ainda 126 pF x 2 + 20 pF x 2.

A Metaltex, de seu lado, enfatiza a produção de capacitores variáveis para transmissores em geral, além de osciladores de RF, equipamentos médicos e radares. Tendo em conta a natureza específica da aplicação, a Metaltex pode oferecer modelos com capacidades variando de 5 até 250 pF.

As dificuldades para a produção de ferrites

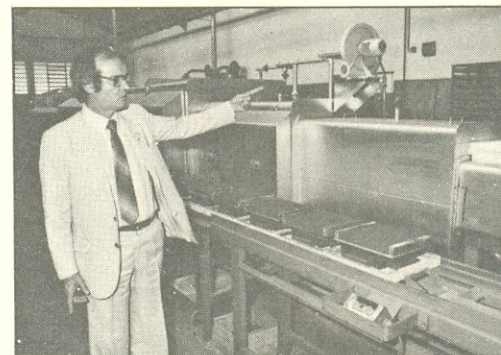
"Embora possa parecer simples, a produção de ferrites no Brasil ainda enfrenta dificuldades, porque envolve altos investimentos de capital, em particular na compra de equipamentos no exterior, como fornos e prensas". Mário Dutra, gerente comercial da R. Sontag — empresa sediada em São Paulo e atuando desde 1956 no setor — assinala que esses problemas de produção "são responsáveis em grande parte pelo fato de o Brasil ainda depender da importação desse produto".

R. Sontag — É conhecida no mercado nacional como fabricante de ferrite doce de alta frequência, ferrite duro não orientado (sinterizado e aglomerado em plástico) e de pó de ferro aglomerado. Além de produzir esses tipos de ferrites, a empresa utiliza o seu próprio produto para fabricar núcleos para bastões de antena, núcleos balum, anéis para micromotores e pequenas bobinas. Chega mesmo, em alguns casos, como no de bastões de antena e balum, a dominar o mercado nacional.

A R. Sontag produz ferrite doce de alta frequência nas três versões exis-

tentes no mercado: com óxi-ferro, zinco e níquel; óxi-ferro, cobre e zinco; e pó de ferro aglomerado. As aplicações básicas desse ferrite dão-se na fabricação de núcleos para bobinas de RF, antenas e baluns (para casamento de impedâncias).

No setor de ferrite duro não orientado, produzido com óxi-ferro e bário ou estrôncio, a R. Sontag oferece apenas o tipo não orientado ou isotrópico. Trata-se de um ferrite destinado, basicamente, a aplicações em corretores



Dutra: as dificuldades nacionais para a produção de ferrites.

para deflexão em TV, anéis para micromotores e elementos de chaveamento para teclados de equipamentos periféricos (informática).

IBRAPE — Ao contrário da Sontag, que prioriza o ferrite doce de alta frequência, a Ibrape atua no segmento de baixa frequência, destinado a aplicações mais sofisticadas, como deflexão de TV, transformadores de saída horizontal e núcleos de bobinas para uso em filtros de telecomunicações.

Quanto ao ferrite duro, a Ibrape produz tanto o tipo orientado (anisotrópico) como o não orientado (isotrópico). No primeiro, a característica mais importante é a existência de um direcionamento magnético preferencial. Entre suas aplicações mais comuns, destacam-se os ímãs para alto-falantes, segmentos para motores de ventiladores, limpadores de pára-brisas, e alguns equipamentos do setor de instrumentação.

Cristais: apenas duas fabricantes no mercado

ABC-Xtal e Rádio Cristais são as duas únicas fabricantes nacionais de cristal eletrônico para osciladores. Ambas estão instaladas no Rio de Janeiro e fornecem uma boa parte dos osciladores de cristal consumidos pela indústria eletro-eletrônica brasileira — juntas, elas são capazes de produzir cerca de 500 mil unidades anual-

mente. A Xtal, responsável por 60% dessa produção, também é fornecedora de cristal cultivado — insumo básico para a confecção de osciladores — tanto do mercado brasileiro, constituído por ela própria e pela Rádio Cristais, como do mercado latino-americano e europeu (ela é uma das raras indústrias do mundo a produzir esse insumo).

A produção de osciladores de cristal, como explica Jorge Correa, da ABC-Xtal, "depende fundamentalmente desse material, que é obtido mediante um sistema de autoclaves — sob alta pressão e alta temperatura — que provoca o crescimento orientado da barra de cristal com as características desejadas".

Uma vez obtido o material cultivado, as lascas são cortadas por meio de uma serra especial de diamante, controlada por aparelhos de raio X. Em seguida, o material passa por um processo de lapidação e polimento, que o prepara para a fase seguinte, onde ele é submetido ao ajuste "fino" na frequência desejada. Essa adequação envolve o uso de uma máquina de vácuo, através da qual é feita a deposi-

ção metálica dos eletrodos sobre a lâmina de cristal.

A ABC-Xtal destina a sua produção de cristais osciladores para a indústria de entretenimento em geral (TV, som e rádio), mas também atende outros segmentos, como a indústria de relógios, telefones, informática e telecomunicações. Fabrica osciladores na faixa de frequência de 1 a 10 MHz, apresentando temperaturas variáveis de trabalho de - 55 a + 105°. As tolerâncias de ajuste a temperaturas referências podem ir de 10 ppm até a 1.000 ppm.

A Rádio Cristais dedica a sua produção prioritariamente para a indústria de telecomunicações e de informática. Seus osciladores são acompanhados de terminais para soldagem em circuito impresso ou de pinos para a aplicação em soquetes. A faixa de frequência desses osciladores abrange de 10 kHz até 180 MHz e a sua temperatura de trabalho (variável) pode chegar até 90°. As tolerâncias de ajuste a temperatura referência situam-se na faixa de 50 a 100 ppm. Em casos especiais, contudo, podem alcançar até 5 ppm.

Como são fabricados os ferrites

• Ferrite (definição geral) — É o resultado da combinação físico-química de óxido de ferro (Fe_2O_3) com outros óxidos metálicos, entre eles o NiO, o MnO_2 , o ZnO e o BaO. Devidamente misturados em proporções adequadas ao tipo do ferrite que se quer fabricar, esses elementos são moídos, calcinados e moldados em formas desejadas. São submetidos ainda a um processo de sinterização, em fornos especiais, onde adquirem suas características eletromagnéticas. Os ferrites são comumente empregados na fabricação de núcleos para bobinas, choques, filtros; núcleos para ajuste e calibração de indutância de bobinas; baluns (para casamento de impedâncias); bastões de antenas etc.

• Ferrite Doce (ou mole) — É obtido a partir da mistura de óxi-ferro, manganês e zinco. Esses elementos são misturados, moídos, calcinados e, finalmente, moldados na forma desejada por pressão ou extrusão.

Uma vez submetido ao processo de moldagem, o material vai para um for-

no com temperatura aproximada de 1300°, onde adquire suas características eletromagnéticas. Segue-se a isso algumas operações de usinagem (retificação, rosca etc.), que dão as características finais ao produto.

• Ferrite Duro Sinterizado (não orientado) — O processo é semelhante ao do ferrite doce: as matérias-primas básicas são misturadas, moídas, calcinadas e moldadas por pressão. A sinterização, contudo, é feita em um forno com temperatura mais baixa, em torno de 1050°C.

• Ferrite Duro aglomerado em plástico (não orientado) — Na fabricação desse produto, parte-se do ferrite de bário em pó já com as características de um ímã permanente. Esse material é misturado com plástico e, numa etapa seguinte, moldado sob pressão.

• Pó de ferro aglomerado — A matéria-prima utilizada neste caso são as micro-esferas de ferro metálico eletrolítico de alta pureza. As micro-esferas são misturadas a resinas especiais, moldadas sob pressão e "curadas" em estufas.

Empresas fabricantes

ABC-Xtal

Avenida Brasil, 20201 — Coelho Neto — CEP 21.150 — Rio de Janeiro/RJ — fone: (021) 359-2757.

Alps do Brasil Ind. e Com. Ltda.

Rua Bartolomeu Bueno, 298 — Vila Anastácio — CEP 05093 — São Paulo/SP — fone: (011) 261-0144.

AMP do Brasil Conectores Elétricos e Eletrônicos Ltda.

Rua Ado Benatti, 53 — Lapa — CEP 05037 — São Paulo/SP — fone: (011) 864-3311.

Celis Elementos Elétricos Ltda.

Rua Mirangaba, 131 — Jardim Itapicirica — CEP 06850 — Itapicirica da Serra/SP — fone: (011) 459-3155.

Christian-Zettler Eletrônica Ltda.

Avenida Eduardo R. Daher, 155 — CEP 06850 — Itapicirica da Serra/SP — fone: (011) 495-2917.

Conexel Conexões Elétricas Ltda.

Avenida Piraporinha, 1550 — CEP 09900 — Diadema/SP — fone: (011) 445-1322.

DAU do Brasil Componentes Eletrônicos Ltda.

Rua João de Sousa Dias, 972 — Campo Belo — CEP 04618 — São Paulo/SP — fone: (011) 532-1150.

Ibrape Eletrônica Ltda.

Avenida Brigadeiro Faria Lima, 1735 — Itaim-Bibi — CEP 01451 — São Paulo/SP — fone: (011) 211-2600.

Produtos Eletrônicos Metaltex Ltda.

Avenida Dr. Cardoso de Mello, 699 — Vila Olímpia — CEP 04548 — São Paulo/SP — fone: (011) 240-2120.

R. Sontag Ltda.

Avenida Nossa Senhora do Sabará, 235/243 — Santo Amaro — CEP 04685 — São Paulo/SP — fone: (011) 523-6722

Rádio Cristais do Brasil S/A

Av. Brasil, 5966 — Bonsucesso — CEP 21.040 — Rio de Janeiro/RJ — fone: (021) 270-8643.

Schrack Equipamentos Elétricos do Brasil S.A.

Avenida Eduardo R. Daher, 1135 — Itapicirica da Serra/SP — CEP 06850 — fone: (011) 495-2944. ●

No limiar da 5.^a geração de computadores

A inteligência artificial e as gerações da computação são temas polêmicos, hoje em dia. Veja o que é realmente a IA e como será a próxima safra de computadores, nesta série de três artigos que começa este mês

E stá ocorrendo, atualmente, nos meios internacionais de informática, uma grande agitação, em virtude do governo japonês ter lançado um programa a longo prazo para o desenvolvimento dos chamados computadores de 5.^a geração. Até o fim da década, as fronteiras da engenharia e da ciência da computação deverão ser estendidas a ponto de tornar os computadores "inteligentes", servindo como consultores especializados nos mais variados campos. Pois é exatamente o grande desenvolvimento de técnicas de sistemas programacionais e uso extensivo de inteligência artificial que deverão caracterizar a próxima geração de computadores.

Nos últimos três anos, os Estados Unidos, o Japão e a Europa têm se envolvido em importantes programas de desenvolvimento das tecnologias de informática, pois, de acordo com muitos especialistas de renome internacional, "a nação que dominar os campos de processamento da informática possuirá as chaves da liderança mundial no século XXI". O Brasil não pode ficar alheio a esse esforço, pois terá sua independência e soberania extremamente ameaçadas se não dominar aquelas tecnologias. As ameaças e humilhações que o país sofre atualmente, em face de sua situação financeira, são em grande parte consequências das omissões, ignorâncias e mesmo traições e sabotagens ao desenvolvimento tecnológico autóctone.

Voltemos, porém, à tecnologia propriamente dita. O campo de processamento da informação e de dados tem



sido incomodado por duas dificuldades perenes: o quanto um processador pode ser rápido e o quanto pode ser inteligente. Todos compreendem (e apreciam) que um processador possa executar milhões de instruções básicas por segundo, mas pouquíssimas pessoas podem entender como poderia uma máquina apresentar um comportamento que seja caracterizado como "inteligente", tendo sido feita por seres humanos.

Observe-se que, nesse caso, não estamos considerando meras rotas de repetição de passos, como seria o caso de somas numéricas, inversão de matrizes ou mesmo a resolução de certas equações algébricas, que são operações mais mecânicas do que intelectuais. Estamos pensando em máquinas capazes de tomar decisões autônomas e inteligentes, como reação a circunstâncias ambientes em função de seu conhecimento anterior e de características estabelecidas por seus projetistas.

A microeletrônica, com o enorme aumento de complexidade e velocidade dos CIs, associado à redução de custos, tem sido o suporte a proporcionar o desenvolvimento de sistemas de microcomputadores de alta velocidade. Em torno disso, desenvolveu-se uma indústria internacional de semicondutores de grande importância econômica e estratégica, que tem servido como termômetro do grau de desenvolvimento das nações em alta tecnologia.

O desenvolvimento do campo de Inteligência Artificial (IA) tem sido menos aparente, embora tenha progredido muito nos últimos quinze a vinte anos. Este campo restringiu-se principalmente às universidades e centros de pesquisa e tem propiciado a demonstração de algumas técnicas de aplicação da inteligência de máquinas. A iniciativa japonesa parece finalmente ter desencadeado, em larga escala, a convergência das tecnologias de microeletrônica e inteligência artificial, de modo a produzir uma nova geração de computadores, muito mais rápida e inteligente do que a conhecida até hoje.

Repetimos que existe um quase consenso internacional de que a nação que dominar o campo de processamento da informática terá as chaves da liderança no próximo século. Existem campos limitados de aplicação dessas tecnologias, sendo talvez

mais fácil enumerar as áreas em que as tecnologias de informática talvez não sejam aplicadas.

A evolução da informática - Decorreu cerca de meio século desde que a primeira máquina de arquitetura seqüencial foi colocada em operação. Nessa primeira máquina, uma Unidade Central de Processamento (UCP) busca instruções individualmente de uma memória local e as executa, mantendo temporariamente os resultados parciais ou, então, retornando-os à memória. O processo continua até que a última instrução seja executada ou até que a máquina receba ordem de parar por qualquer motivo. Embora tenham sido introduzidos muitos aperfeiçoamentos, em todos esses anos, a estrutura seqüencial básica foi mantida. A enorme evolução das tecnologias de microeletrônica possibilitará que máquinas desse tipo atinjam 100 milhões de instruções por segundo, até o final da década, com acesso a gigabytes de memória.

A estrutura seqüencial ainda perdura

Dois pontos devem, todavia, ser destacados: a) a existência de circuitos rápidos não garante *per se* que um problema específico possa ser resolvido rapidamente, nem que o processo de programação seja simplificado. Mais ainda, a simples otimização de circuitos pode ser insuficiente para garantir o crescimento indefinido da velocidade de processamento, caso seja mantida a mesma arquitetura; b) máquinas rápidas não significam, obrigatoriamente, máquinas "inteligentes". Sistemas programacionais baseados em IA poderão, algum dia, em futuro próximo, assumir a responsabilidade de classificação, configuração de controle e estruturas internas, tarefas hoje normalmente executadas por programadores.

Todavia, a área programacional parece muito distante do objetivo da criação automática de programas ou da criação de especificações executáveis a partir de condições iniciais.

Hoje podem ser construídas máqui-

nas que aceitam o inglês e outros idiomas como entrada, processando-os em tempo real — o que facilita sobremaneira a entrada de expressões complexas no computador. Máquinas que podem "ver" e "entender" seu ambiente terão grande aplicação em robótica. No entanto, técnicas avançadas para planejamento e raciocínio devem ainda ser desenvolvidas e melhoradas, para aplicação efetiva em problemas reais. Embora as tentativas iniciais de realizar fusão de informações e raciocínio por analogia estejam ainda em fase experimental, os progressos realizados têm sido constantes e os avanços nas técnicas de aprendizagem de máquinas deverão estimular maiores progressos na área de IA, ainda nesta década.

Durante as cinco décadas de existência da informática como disciplina integrada, podemos caracterizar uma série de gerações de computadores, caracterizadas principalmente pela tecnologia dos componentes utilizados na sua fabricação. Na Tabela 1, ilustramos estas gerações e os principais elementos que as caracterizam. No caso da 5.^a geração, podemos notar que o salto tecnológico será maior do que o ocorrido nas demais. Esse salto seria "revolucionário", comparativamente aos anteriores, que foram mais "evolucionários".

O básico da 5.^a geração - Quatro áreas básicas servirão como células estruturais dos processadores de 5.^a geração:

- a) a microeletrônica, que deverá produzir CIs ultra-rápidos, integrados em altíssima escala. Esse processo poderá envolver integração a nível de lâminas e CIs tridimensionais;
- b) processamento e recuperação de sinais de informação em tempo real. Nessa área, temos a interpretação de imagens, além do seu reconhecimento;
- c) inteligência artificial, que fornecerá as bases da construção de sofisticados sistemas especialistas, além da exploração de técnicas de inferência e associatividades;
- d) organização de sistemas digitais, que deverá guiar os desenvolvimentos circuitais e programacionais, além das ferramentas de desenvolvimento associadas, para o projeto e realização de sistemas de processamento confiáveis.

As sucessivas gerações de processadores

Tabela 1

Geração	Tecnologia de construção	Computadores típicos	Tecnologia circuital	Tecnologia programacional	Desempenho típico	Tecnologia de telecomunicação	Anos
Primeira	Válvulas eletrônicas	Eniac Edvac Univac IBM-650	Válvulas; Tambor magnético; Tubo de raios catódicos	Programas armazenados; Código de máquina; Auto-código	Memórias 2 quilobytes; 10 quilobytes p/ segundo	Telefone, Teletipo	1946 1956
Segunda	Transistores bipolares	NCR-501 IBM-7094 CDC-6600	Transistores bipolares; Memórias de núcleo magnético	Linguagens de alto nível: Cobol, Algol, Fortran	Memórias de 32 quilobytes 200 kips	Transmissão Digital; Modulação por códigos de pulso	1957 1936
Terceira	Circuitos integrados em pequena escala	IBM-360 IBM-370 PDP-11 Spectra 70 Honeywell 200 Cray 1 Illiack IV Cyber 205	Integrados; e memórias a semicondutor; Discos magnéticos; Minicomputadores; Microprocessadores	Linguagens de altíssimo nível; sistemas operacionais; Pascal; programação estruturada; tempo compartilhado Lisp; Gráficos por computador	Memória de 2 Megabytes; 5 Mega-instruções por segundo	Comunicações por satélite; Malhas de microondas; Fibras óticas; Chaveamento de pacotes	1964 1981
Quarta	Circuitos integrados em larga escala e escala muito ampla	Gray-XMP IBM-308 AMDAHL-580	Sistemas de computação distribuídos; Memórias de bolhas; Diodos óticos; Microcomputadores	Programas empacotados em larga escala; Sistemas especialistas; Linguagens orientadas ao objeto	Memórias de 8 Megabytes 30 MIPS	Malhas digitais; Sistemas integrados	1982 1989
Quinta	Integração em escala muito ampla, dedicada		Técnicas de empacotamento e conexão; Avançadas arquiteturas paralelas; CIs 3D; Tecnologia GaAs; Tecnologia Josephson; Componentes óticos	Linguagens concorrentes; Programação funcional; Processamento simbólico; Linguagens naturais; Visão, reconhecimento de voz, planejamento	1 giga-instrução a uma terainstrução por segundo	Desenvolvimento intensivo de processamento distribuído; Fusão de tecnologias de computação e telecomunicações; Modalidade extensiva	1990

Essas organizações e arquiteturas poderão se afastar consideravelmente das máquinas convencionais de Von Neumann, que dominaram amplamente as quatro primeiras gerações de computadores. Desde o início da década de 80, projetistas das indústrias e universidades começaram a utilizar potentes metodologias que os habilitaram ao projeto de CIs e às linhas de fabricação. Este acesso pode ser obtido por negociação direta com os produtores de CIs ou, então, indiretamente, através das fundições de silício, que realizam apenas o processamen-

to de integrados projetados pelo usuário. O relacionamento do usuário com as fundições de silício assemelha-se à relação autor-editora, onde o autor fica encarregado do consumo e vendas do livro.

Por todo o mundo, inclusive no Brasil, existem circuitos integrados dedicados sendo implementados dessa forma. O tempo decorrido entre o envio do projeto à fundição de silício e o retorno do CI ao usuário é de um a dois meses.

O processamento e recuperação de sinais de informação têm tido grande

desenvolvimento. Técnicas de utilização de máquinas seqüenciais lineares permitem a restauração automática da informação e aplicadas a sistemas digitais, permitem a correção automática de erros, através do uso de bits de redundância. Essas mesmas técnicas, aplicadas à testabilidade de sistemas, permitem a detecção de falhas que, de outra forma, poderiam aparecer muito tempo após o início da operação do sistema. Na mesma linha tecnológica são colocados os processos de recuperação de sinais, reconhecimento de fonemas e reconheci-

mento de configurações e imagens.

O campo da Inteligência Artificial tem se desenvolvido lentamente e alcançado algum destaque com os sistemas especializados capazes de dar assessoria de alto nível, realizando funções complexas normalmente ligadas a especialistas humanos. Sistemas desse tipo são encontrados nas áreas médicas de configuração de equipamentos e interpretações de sinais. Os sistemas especializados em IA incorporam numerosos fatos e conceitos heurísticos ("heurísticos" significa saber que está correto mas sem saber provar como; é o equivalente teórico de uma lei empírica da física); tais conceitos são empregados como regras de manuseio a cerca do domínio da especialidade, chegando a conclusões através de aplicações sistemáticas desses fatos e do próprio domínio das leis heurísticas, de modo a restringir as possibilidades a serem exploradas. Com isso, é freqüentemente possível chegar heurísticamente à conclusão de especialistas, através do manuseio de um pequeno conjunto de regras.

Nota-se também grande progresso da IA nos campos do entendimento da linguagem natural e interpretação da visão. Os sistemas IA especializados estão hoje restritos, porém, a problemas simples, pois não podem utilizar um número suficiente de regras heurísticas na unidade de tempo, não podendo, por isso, explorar os problemas com eficiência suficiente — sendo também limitados no conjunto de regras heurísticas disponíveis.

O maior problema no planejamento desses sistemas é identificar um conjunto de medição efetivo de seu desempenho, com o qual seja possível estabelecer uma série de objetivos mensuráveis e comparar diferentes sistemas IA mediante um critério palpável. Infelizmente, o estabelecimento de tal sistema de medição é extremamente difícil, pois se deixarmos de lado o problema da medição de inteligência, ainda assim persistirá o problema de quantificar a qualidade do conhecimento especializado ou a visão técnico-científica do problema.

É muito difícil medir as características de um sistema especializado simplesmente pela heurística; um sistema IA com 5 mil regras de manuseio pode eventualmente ser superado por um sistema com apenas mil delas. Os testes de comparação para determi-

nar qual dos sistemas é melhor e mais eficiente podem ser não uniformes. Pode ocorrer, então, que um ou outro sistema IA se sobressaia, dependendo evidentemente do problema particular em questão.

Não obstante a dificuldade da realização de medidas quantitativas nos sistemas de Inteligência Artificial, o progresso da área pode ser aferido pelas sucessivas gerações de sistemas que não deixam nenhuma dúvida quanto ao desempenho, bem superior ao de gerações anteriores. Nesse sentido, estão desenvolvidos programas de teste para tais sistemas, que no fundo são equivalentes à medida de Quociente de Inteligência — ou QI — aplicado agora às máquinas. Evidentemente, a qualidade dos testes realizados depende da natureza dos programas de teste.

Na pesquisa de IA, a linguagem predominante nos EUA é a LISP (*List Processing Language*), enquanto que os japoneses e os europeus estão prefe-

Pode-se "medir"

um sistema IA

pela heurística?

rindo a PROLOG (*Programming in Logic*), desenvolvida pelos franceses.

Processadores, urgente! - De qualquer forma, os sistemas de IA, para realizarem inferências em tempo real, necessitam de uma capacidade de processamento muito maior do que a exibida pelos atuais computadores; daí a importância de novas arquiteturas para o desenvolvimento de processadores de 5.^a geração. Na ampliação do desempenho dos processadores, o primeiro passo consiste na utilização de CIs IEMA (VLSI) dedicados e arquiteturas com multiprocessadores associados em paralelo e operando concorrentemente, de forma eficiente.

Desde o início da década de 40 até hoje, o pensamento na área de processamento de dados tem sido condicionado, de certa forma, pelo emprego exclusivo de máquinas seqüenciais. Se um dado algoritmo deve ser implementado num sistema de multiprocessamento, certamente terá muito pouca semelhança com seu correspondente implementado num único

processador. Como a utilização de multiprocessadores oferece uma solução a curto prazo de implementação circuito-programacional de sistemas inteligentes, é tempo de dar maior atenção a esse problema. A experiência tem mostrado que o aumento de velocidade em multiprocessamento é, no máximo, igual ao número de processadores acrescentados; a síndrome da associação eficiente de muitos processadores e seu emprego na execução de muitas tarefas concorrentes produz esta crescente redução de desempenho.

Existem arquiteturas que prevêm a utilização de um número extremamente elevado de microprocessadores em paralelo, onde um problema é partilhado em múltiplas tarefas, divididas entre os vários processadores. Todavia, o aspecto mais promissor das novas arquiteturas consiste em fugir totalmente da arquitetura clássica de Von Neumann, mas delineando-as especialmente para o processamento paralelo, utilizando os recursos e possibilidades introduzidos pelos CIs IEMA.

Concluindo estas ponderações iniciais, consideremos a engenharia programacional necessária a tais desenvolvimentos. Enquanto que a potência circuitual dos computadores foi ampliada em dezenas de milhares de vezes nos últimos 25 anos, a produtividade dos programadores, no melhor caso, apenas dobrou. Mais ainda, face ao aumento de tamanho e complexidade dos sistemas programacionais, o número absoluto de falhas aumentou proporcionalmente, provocando dessa forma maior freqüência nos erros de programa. Já houve casos em que sistemas programacionais foram abandonados após investimentos de dezenas de milhões de dólares. É muito provável que sistemas de processamento em sistemas programacionais sofisticados sejam largamente empregados na sociedade do futuro.

Aparentemente, a única forma de controlar a qualidade e a produtividade de sistemas programacionais é a automação, utilizando-se, para este fim, ferramentas análogas às que os pesquisadores programacionais desenvolveram e colocaram à disposição de outros setores, mas empregando-as agora no processo de criação de sistemas programacionais. ●

(Continua no próximo número)

Pré-amplificador com operacional duplo

Este pré-amplificador, se intercala entre as fontes de áudio e o amplificador de potência, proporcionará ao sinal de áudio a devida equalização e também a correção nas frequências baixas, médias e altas. Além disso, também proporcionará ao sinal uma considerável amplificação.

O sinal de áudio aplicado a cada uma das quatro entradas ("fonocaptor magnético", "fonocaptor cerâmico", "sintonizador de FM", "tape-deck") é selecionado por CH1A e, então, enviado à entrada não-inversora do amplificador operacional CI1A, o qual constitui o elemento ativo do estágio pré-

amplificador equalizador. Quando CH1A seleciona uma das entradas, a outra seção dessa mesma chave, CH1B, simultaneamente seleciona a rede RC adequada para realizar a equalização do sinal proveniente daquela entrada. Essa chave deverá ter quatro seções, no caso do pré-amplificador montado na versão estereofônica, uma vez que são utilizadas duas seções da mesma em cada canal. Por serem idênticos os dois canais, a fig. 1 mostra apenas um deles.

Uma vez amplificado e equalizado, o sinal de áudio é levado ao controle de volume; depois de ter seu nível de-

vidamente controlado pelo potenciômetro logarítmico duplo de 4,7 kΩ, o mesmo é levado ao estágio de controle de tonalidade, num ponto comum aos controles de graves, médios e agudos.

O segundo amplificador operacional, CI1B, recebe o sinal em sua entrada inversora, através dos cursores do potenciômetros de graves, médios e agudos. Em todos os três controles de tonalidade são utilizados potenciômetros lineares duplos de 47 kΩ. A saída desse estágio constitui a saída geral do circuito, uma vez que, a partir daí, o único controle que ainda resta é o de equilíbrio, que entrega o sinal de saída diretamente ao amplificador de potência ligado a este circuito.

O integrado RC4558, amplificador operacional duplo apresentado em encapsulamento *dual-in-line* de 8 pinos, tem como equivalente direto o μ A4558. É aconselhável verificar pri-

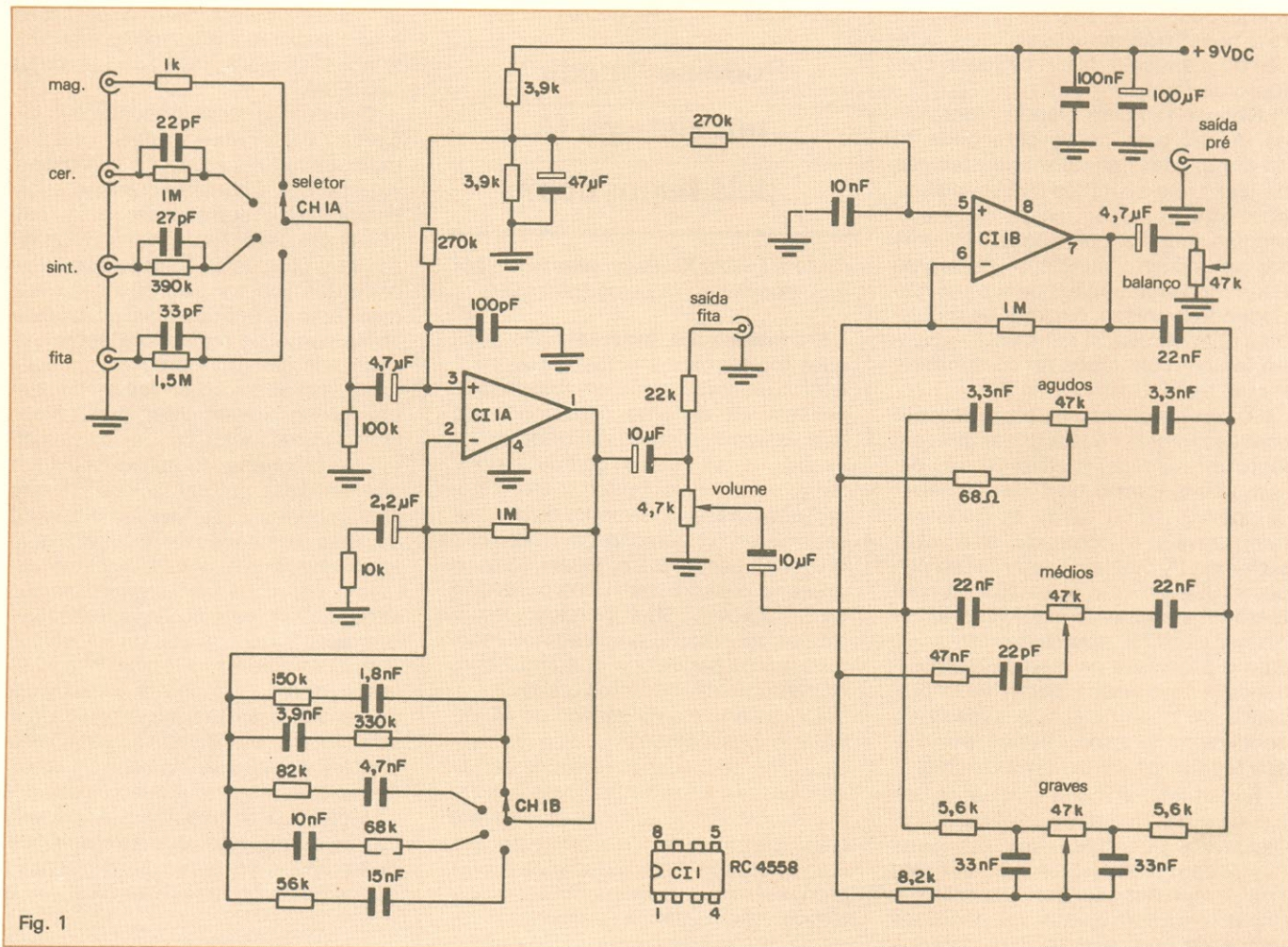


Fig. 1

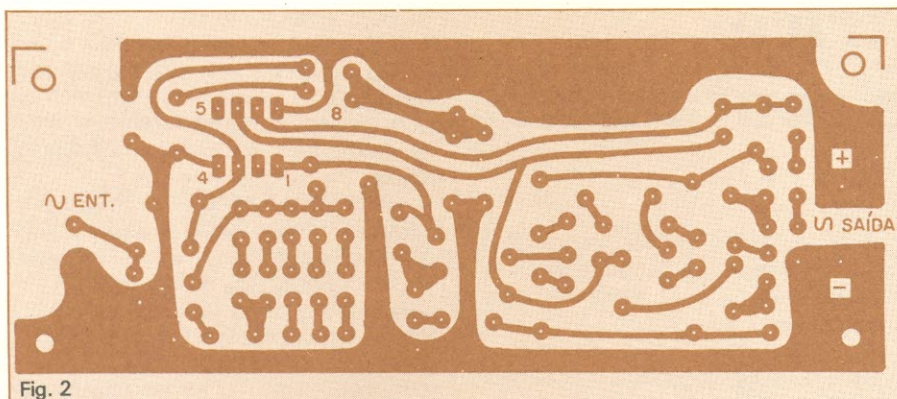


Fig. 2

meiramente se tais integrados são encontráveis na praça (pois aqui, na nossa "terceira capital", embora seja realmente belo o horizonte...); acontece, certas vezes, o problema de se fazer planos, providenciar o material, confeccionar a plaqueta de circuito impresso e, no final, não se encontrar o integrado.

O potenciômetro de equilíbrio é li-

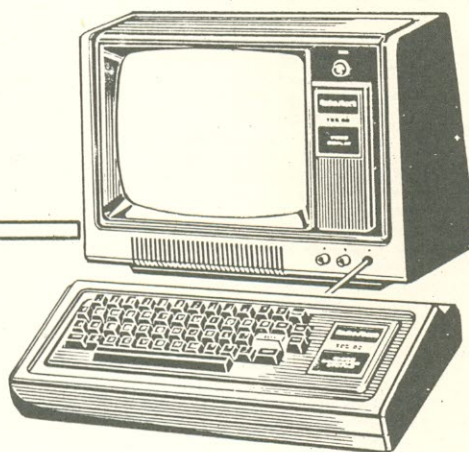
near duplo de 47 k Ω e tem suas duas seções ligadas em oposição, isto é, girando-se o cursor para a direita aumenta-se o ganho do canal direito e simultaneamente (e também proporcionalmente) diminui-se o ganho do canal esquerdo e vice-versa.

Os conectores de entrada e saída, os potenciômetros, a chave seletora, os resistores e capacitores das entra-

das e o resistor da saída para gravador de fita são montados fora do circuito impresso; suas ligações a este são feitas através de fios finos, dispostos de maneira a evitar ao máximo a captação de zumbido ou oscilações espúrias. Os resistores e capacitores utilizados como malhas RC nas entradas de alta impedância do pré-amplificador podem ser montados diretamente em seu respectivo conector fêmea; o mesmo se aplica ao resistor utilizado na saída para gravador.

O desenho do circuito impresso, em tamanho natural de 4,3 x 11,2 cm, é mostrado na fig. 2, do lado cobreado. Esse desenho corresponde a um canal do pré-amplificador, sendo portanto necessárias duas plaquetas para a montagem estereo do mesmo. ●

Atenção: Toda idéia publicada nesta seção dá direito a uma assinatura, por um ano, da Nova Eletrônica. Se você já for assinante, a publicação vai lhe garantir a renovação por mais um ano. Envie seu circuito acompanhado por um texto de duas páginas, no máximo. Em cada edição divulgaremos uma entre as várias idéias que recebermos.



NÃO PERCA TEMPO! SOLICITE INFORMAÇÕES AINDA HOJE!

GRÁTIS

COMPUTAÇÃO ELETRÔNICA !

NO MAIS COMPLETO CURSO DE ELETRÔNICA DIGITAL E MICRO-PROCESSADORES VOCÊ VAI APRENDER A MONTAR, PROGRAMAR E OPERAR UM COMPUTADOR.

MAIS DE 160 APOSTILAS LHE ENSINARÃO COMO FUNCIONAM OS, REVOLUCIONÁRIOS CHIPS 8080, 8085, Z80, AS COMPACTAS "MEMÓRIAS" E COMO SÃO PROGRAMADOS OS MODERNOS COMPUTADORES.

VOCÊ RECEBERÁ KITS QUE LHE PERMITIRÃO MONTAR DIVERSOS APARELHOS CULMINANDO COM UM MODERNO MICRO-COMPUTADOR.

CURSO POR CORRESPONDÊNCIA

CEMI — CENTRO DE ESTUDOS DE MICROELETRÔNICA E INFORMÁTICA
Av. Paes de Barros, 411, cj. 26 — Fone (011) 93-0619
Caixa Postal 13.219 — CEP 01000 — São Paulo — SP

Nome

Endereço

Bairro

CEP Cidade Estado

“Olho” fotoelétrico reduz erros de contagem

Em baixas velocidades, os sistemas que empregam um único sensor fotoelétrico falham com grande frequência na contagem precisa de peças. Resíduos dos mais variados, vibrações, reflexões, peças danificadas, materiais estranhos à produção e uma extensa gama de outras causas desconhecidas chegam a produzir uma margem de erro de até 0,5%. O acréscimo de um segundo “olho” fotoelétrico, porém, juntamente com um circuito lógico, poderá evitar as contagens erradas.

O circuito (figura 1) funciona basicamente como uma memória seqüencial de três estágios, de modo que os sinais gerados pelos sensores sigam uma seqüência pré-determinada e produzam um pulso de saída. Sempre

que a seqüência estiver incorreta, o circuito irá rejeitá-la e monitorar os sinais de entrada, para encontrar a seqüência certa do começo ao fim.

Os inversores CI1_a, CI1_b, CI1_c e CI1_d acoplam os sinais vindos dos sensores às portas lógicas CI2_a, CI2_b e CI2_c, com a polaridade adequada. Estando a peça na posição da figura 2a, a porta CI2_a produz uma saída que vai armar o *latch* CI3_a, que por sua vez — juntamente com os sinais de entrada resultantes da posição assumida pela peça na figura 2b — vai armar CI3_b, por intermédio da porta CI2_b. Caso ocorra uma condição de sinal indesejável nesse período, CI4_b produzirá uma saída capaz de levar todo o circuito à condição inicial.

Na posição da figura 2c, a peça pro-

duz um sinal que é combinado com a saída de CI3_b, a fim de habilitar a porta CI2_c que, por sua vez, vai armar o *latch* CI3_c. As saídas dos três *latches* vão, respectivamente, fazer com que a saída da porta NE CI4_a vá para o nível baixo.

Essa saída é, então, invertida e, juntamente com o sinal produzido pelo sensor 2 (como resultado da situação vista na figura 2d), passa pela CI4_c. A saída dessa porta vai disparar, em seguida, o monoestável CI6, cuja saída Q é usada para provocar um *reset* no circuito, enquanto a Q fornece o pulso de contagem. Esse *reset* dura menos de 3 μ s, segundo ilustra a figura 2e.

Com os três *latches* armados, CI4_b fica travada através de CI4_a e somente o pulso de contagem poderá provocar um *reset*. Tal condição assegura que todas as seqüências corretas sejam convertidas em pulsos de contagem e que todas as indesejáveis sejam rejeitadas.

© - Copyright Electronics International

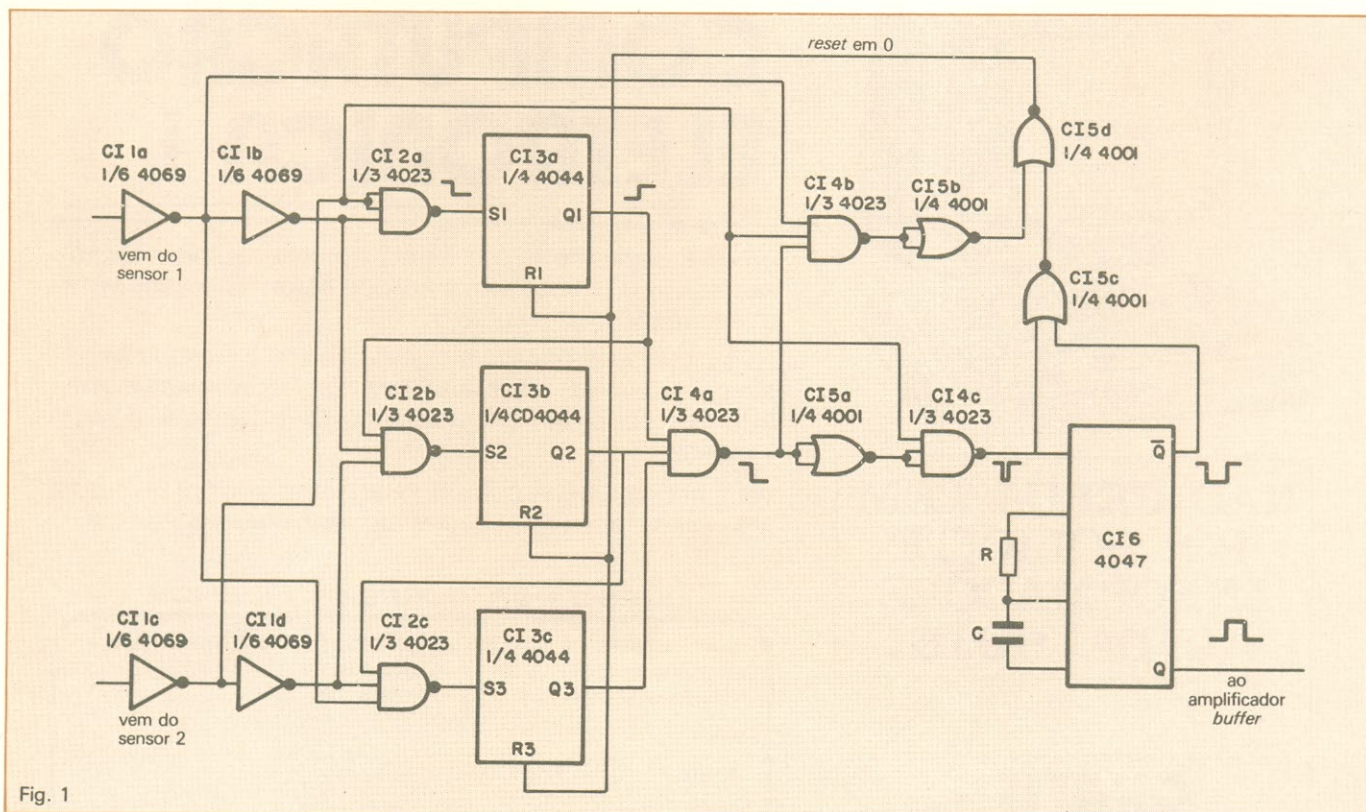
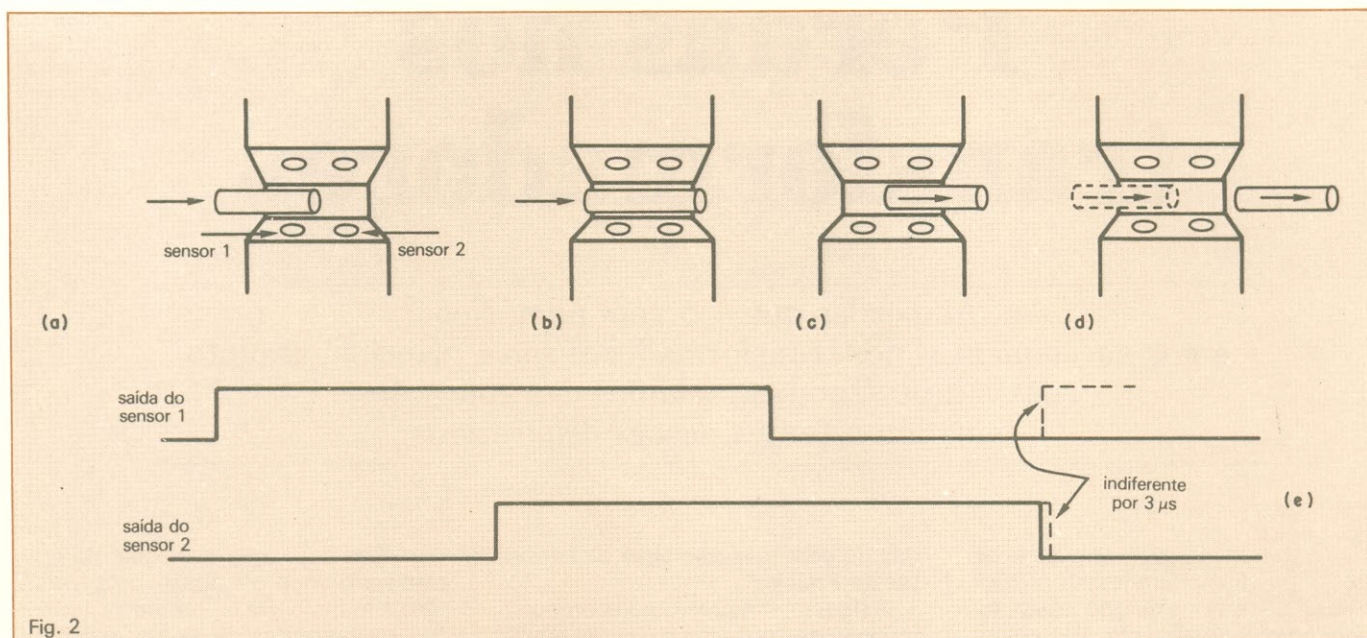


Fig. 1

Contando melhor. Com a presença de um segundo sensor fotoelétrico, esta lógica elimina os erros de contagem que ocorrem nas baixas velocidades. O circuito opera como uma memória seqüencial de três estágios e produz um pulso de contagem somente quando o sinal de entrada obedece corretamente à seqüência.



A seqüência certa - O bloqueio de um "olho" gera um sinal que dispara o circuito lógico. Para as condições aqui ilustradas, os dois sensores produzem sinais numa seqüência que produz um pulso de contagem. Caso essa seqüência não seja respeitada, o circuito rejeita os sinais errôneos e procura pela seqüência correta.



ALADIM

formação e aperfeiçoamento profissional
cursos por correspondência:

- TÉCNICAS DE ELETRÔNICA DIGITAL
- TV A CORES
- ELETRÔNICA INDUSTRIAL
- TV PRETO E BRANCO
- TÉCNICO EM MANUTENÇÃO DE ELETRO-DOMÉSTICOS

OFERECEMOS A NOSSOS ALUNOS:

- 1) - A segurança, a experiência e a idoneidade de uma Escola que em 23 anos já formou milhares de técnicos nos mais diversos campos de Eletrônica;
- 2) - Orientação técnica, ensino objetivo, cursos rápidos e acessíveis;
- 3) - Certificado de conclusão que, por ser expedido pelo Curso Aladim, é não só motivo de orgulho para você, como também é a maior prova de seu esforço, de seu merecimento e de sua capacidade.



**TUDO
A SEU FAVOR!**

Seja qual for a sua idade
seja qual for o seu nível cultural
o Curso Aladim fará de você
um técnico!

Remeta este cupom para: CURSO ALADIM

R. Florêncio de Abreu, 145 - CEP 01029 - São Paulo - SP

solicitando informações sobre o(s) curso(s) abaixo indicado(s):

☐ Eletrônica Industrial

☐ Técnicas de Eletrônica Digital

☐ TV C

☐ TV Preto e Branco

☐ Técnico em Manutenção
de Eletro-domésticos

Nome

Endereço

Cidade CEP Estado

Perdas nos transformadores

As perdas que ocorrem no núcleo e nos enrolamentos dos transformadores são o principal assunto desta lição. Também falamos das aplicações mais importantes desses dispositivos

Um índice de eficiência de 90% num transformador é considerado absolutamente normal. Realmente, eles costumam ser dispositivos de alta eficiência, em termos de potência aplicada na entrada *versus* potência retirada na saída. Mas também não deixam de impor alguma perda ao sinal. Essa porcentagem de perda, embora pequena, é importante e em muitos casos determinante ao se projetar um transformador. Os transformadores de maior potência, principalmente, são concebidos de maneira a diminuir ao máximo as perdas. A seguir, analisaremos as perdas que ocorrem num transformador, as quais são classificadas de acordo com a parte do dispositivo em que ocorrem.

Perdas no núcleo — Nos transformadores de potência, a maior parcela de perda ocorre no núcleo. Por isso, são chamadas de perdas no núcleo ou ainda de perdas no ferro, porque a maioria dos núcleos de transformadores são feitos de ferro doce ou aço. As perdas no núcleo também podem ser subdivididas em duas partes.

Correntes parasitas — Como o ferro doce e o aço, de que são feitos os núcleos, são bons condutores, o núcleo está sujeito a ter correntes induzidas quando submetido a um campo magnético. Vimos na lição anterior que um campo magnético variável é requisito básico para o funcionamento do transformador. Portanto, a menos que sejam tomadas certas providências, grandes correntes serão induzidas no núcleo. Tais são chama-

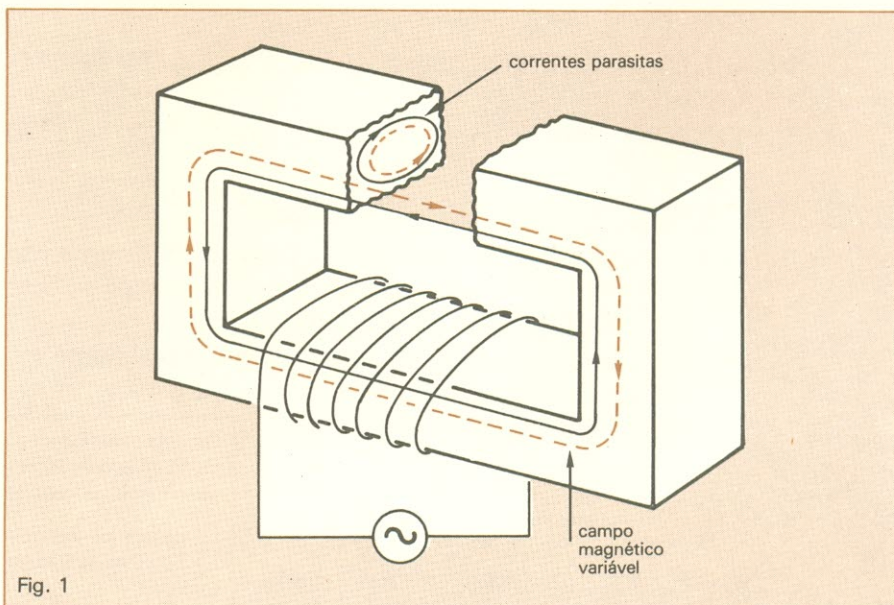
das de **correntes parasitas** ou **correntes de Foucault**.

A figura 1 mostra como acontece a indução de correntes parasitas no núcleo. Quando uma corrente alternada está fluindo pelo enrolamento, um campo magnético variável surge no núcleo. A variação desse campo, aumentando e diminuindo, induz uma tensão no núcleo e essa força eletromotriz causa a circulação de correntes parasitas, da maneira ilustrada na figura.

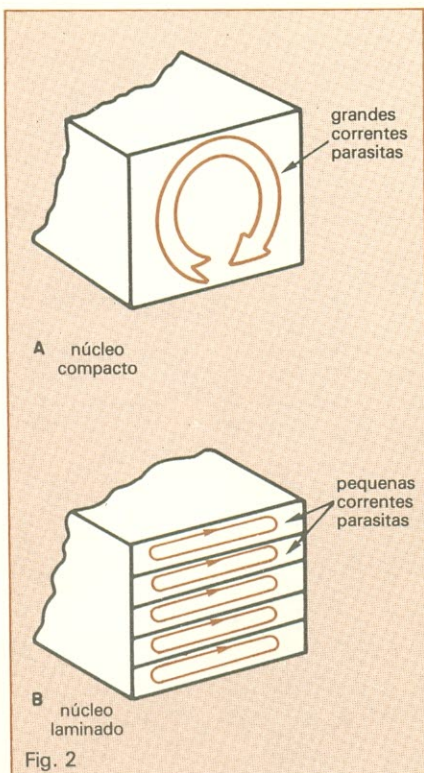
As correntes de Foucault podem ser minimizadas modificando-se o modo de construção do núcleo. O exemplo da figura 1 mostra o uso de um bloco de metal sólido como nú-

cleo. Devido à área seccional do núcleo ser grande, ele possui uma resistência muito baixa e permite a circulação de correntes parasitas maiores. Essas produzem uma perda em potência proporcional ao quadrado da corrente ($P = I^2R$). E, se reduzirmos a circulação parasita, conseqüentemente o desperdício de potência também diminuirá.

A minimização das correntes de Foucault é conseguida substituindo o núcleo compacto por um conjunto de lâminas ou chapas metálicas, como ilustra a figura 2. Em 2A observa-se uma grande corrente parasita fluindo pelo núcleo sólido de resistência baixa. Contudo, as várias lâminas de me-



O campo magnético variável induz correntes parasitas no núcleo.



As correntes parasitas podem ser minimizadas com núcleos laminados.

tal mostradas na figura 2B formam um núcleo com características magnéticas idênticas e correntes parasitas muito menores. As lâminas são revestidas com um verniz isolador, de modo que não haja passagem de corrente de uma para outra. Assim, qualquer corrente parasita produzida fica restrita a uma única lâmina de metal. Devido à área seccional de cada chapa ser muito pequena, as resistências individuais são relativamente elevadas. Isso mantém a amplitude das correntes de Foucault baixa e a perda em potência muito menor.

As lâminas são designadas conforme o seu formato físico. O núcleo laminado da figura 3 dá exemplo disso. Geralmente, os núcleos de ferro são constituídos intercalando-se chapas tipo "E" e "I", como se observa.

Histerese — Um outro tipo de perda que ocorre no núcleo do transformador é chamada de histerese. Quando o ferro não está magnetizado, seus domínios magnéticos estão dispostos de maneira aleatória. Porém, ao aplicarmos uma força magnetizante, os domínios se alinham com o campo aplicado. Se invertermos o sentido do campo, os domínios também invertirão sua orientação. Num transformador, o campo magnético muda de sentido muitas vezes por segundo, de acordo com o sinal alternado aplicado. E o mesmo sucede com os domínios do material do núcleo. Ao inver-

ter sua orientação, os domínios precisam superar o atrito e a inércia. Ao fazer isso, dissipam uma certa quantidade de potência na forma de calor, que é chamada de perda por **histerese** (que em grego quer dizer "atraso").

Em determinados materiais, a perda por histerese é muito grande. O ferro doce é um exemplo. Já no aço, esse tipo de perda é geralmente menor. Por isso, alguns transformadores de grande potência utilizam um tipo de liga especial de aço-silício, que apresenta uma perda por histerese reduzida.

Esse tipo de problema, é bom saber, também aumenta junto com a frequência do sinal. Um transformador que, normalmente, apresenta baixa perda nas frequências menores, pode ter uma grande perda por histerese ao ser usado com sinais de frequências mais altas.

Perdas no cobre — Já falamos nas perdas que ocorrem no núcleo, também chamadas às vezes de perdas no ferro. Um outro tipo de dissipação indesejada de potência, nos transformadores, ocorre nos enrolamentos primário e secundário do dispositivo. Como esses são constituídos de fios de cobre, nos referimos ao problema como perdas no cobre.

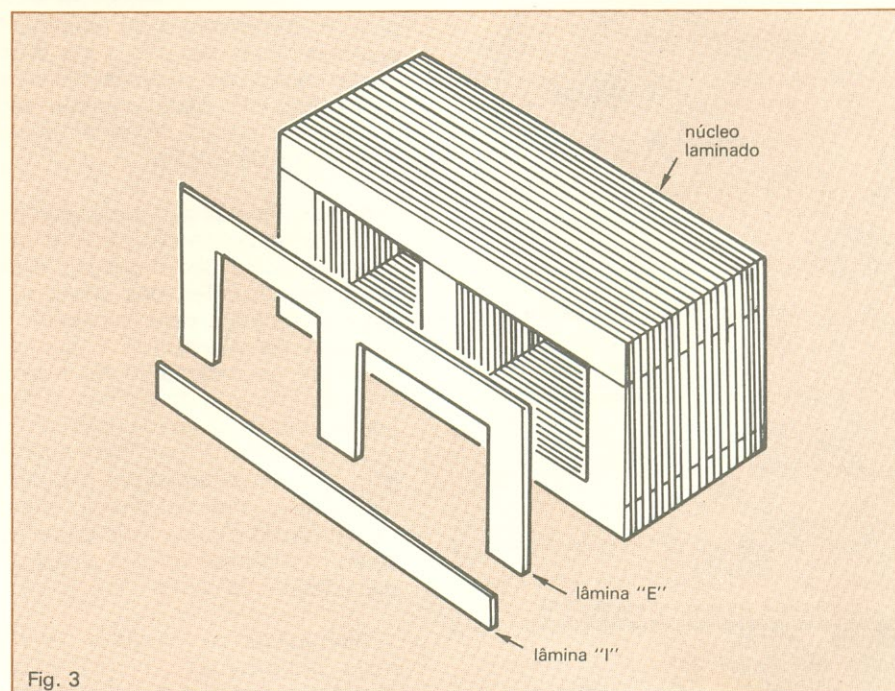
Devido ao comprimento dos fios e sua diminuta área seccional, a resistência apresentada é muito alta. Quando a corrente circula por essa resistência, há uma dissipação de potência na forma de calor, por efeito Joule. Essa perda pode ser determinada pela fórmula $P = I^2R$.

A perda no cobre é proporcional ao quadrado da corrente. Assim, se a corrente dobrar, a perda será multiplicada por 4.

Um recurso, para diminuir a perda no cobre, é o aumento da bitola dos fios usados nos enrolamentos. Quanto mais grosso for o fio, menor resistência oferecerá, reduzindo a relação I^2R . Uma outra maneira é manter a corrente no transformador no valor mais baixo possível.

Perdas por indução externa — Como o campo magnético ao redor do transformador varia, contraindo-se e expandindo-se, pode acontecer dele cruzar com algum condutor externo. Se for induzida corrente nesse condutor, haverá uma certa perda de potência no circuito do transformador. Na maioria dos casos, a potência perdida pela indução externa é tão ínfima que pode ser desprezada. No entanto, a tensão induzida em circuitos externos pode causar problemas. Por exemplo, num circuito amplificador sensível, a tensão induzida indesejada de um transformador pode interferir com o sinal que se está querendo amplificar.

Para reduzir a interferência causada por indução proveniente de um transformador providencia-se uma blindagem. É comum que os circuitos sensíveis sejam colocados dentro de uma proteção metálica que evite a ação de campos magnéticos indesejáveis. Ou os próprios transformadores são, às vezes, inseridos em caixas de metal fino para evitar a dispersão de seus campos magnéticos.



Construção do núcleo com chapas "E" e "I" intercaladas. O núcleo, que não aparece, é introduzido na coluna central.

ARGOS- IPOTEL

CURSOS DE ELETRÔNICA E INFORMÁTICA

ARGOS e IPOTEL unidas, levam até você os mais perfeitos cursos pelo sistema:

TREINAMENTO À DISTÂNCIA

Elaborados por uma equipe de consagrados especialistas, nossos cursos são práticos, funcionais, ricos em exemplos, ilustrações e exercícios.

E NO TÉRMINO DO CURSO, VOCÊ PODERÁ ESTAGIAR EM NOSSOS LABORATÓRIOS.



Preencha e envie o cupom abaixo.

ARGOS - IPOTEL

R. Clemente Álvares, 247 — São Paulo —
CEP 05074 Tel.: 261-2305

Nome _____
Endereço _____
Cidade _____ CEP _____
Curso _____

Ao nos escrever indique o código NE

Eficiência do transformador — Devido a essas perdas que acabamos de comentar, mais potência é aplicada ao primário do transformador do que dele obtemos para uso no secundário. Isto é, todo transformador tem uma certa perda de energia. Portanto, a eficiência de um transformador é sempre inferior a 100%, o que seria o ideal.

Conceituando melhor, a eficiência é a relação entre a potência obtida na saída (secundário) e a aplicada na entrada (primário) do dispositivo. Por exemplo, se aplicamos 110 watts na entrada e medimos 105 watts na saída de um transformador, sua eficiência é de:

$$\text{eficiência} = \frac{\text{pot. saída}}{\text{pot. entrada}} = \frac{105 \text{ W}}{110 \text{ W}} = 0,9545$$

A eficiência, contudo, é normalmente expressa em porcentagem, bastando para isso multiplicar a fração decimal por 100. Assim, a fórmula para calcular a eficiência em porcentagem fica sendo:

$$\% \text{ eficiência} = \frac{P_s}{P_p} \times 100$$

onde P_p é a potência no primário ou potência de entrada e P_s é a potência no secundário ou potência de saída.

No exemplo dado, multiplicando por 100, a eficiência do transformador é, portanto, de 95,45%.

Aplicações dos transformadores

Os transformadores são dispositivos muito versáteis. São empregados para elevar ou reduzir tensões, elevar ou reduzir correntes e para casamento de impedâncias. Além disso, podem produzir um deslocamento de fase de 180°, fornecendo dois sinais defasados em 180° e isolando um circuito de outro. Finalmente, permitem a passagem de sinais alternados e bloqueiam níveis CC e podem fornecer diferentes sinais de vários níveis de tensão. Vejamos algumas dessas utilizações mais detalhadamente.

Distribuição de energia — Uma das mais importantes aplicações dos transformadores está na transmissão de energia elétrica a longas distâncias. Geralmente, as estações gerado-

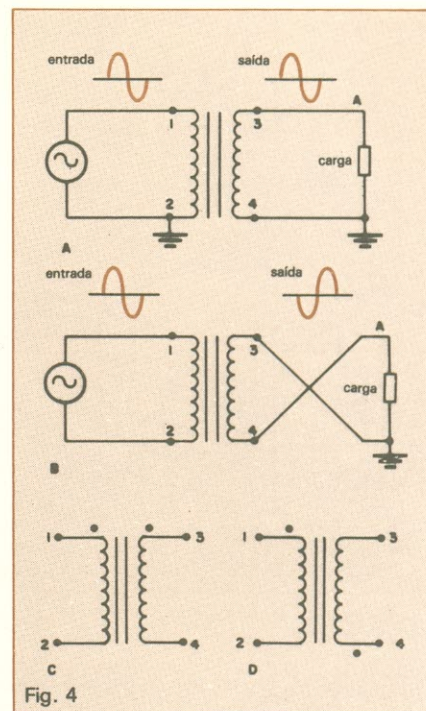


Fig. 4
Relacionamento de fase na entrada e saída dos transformadores.

ras de potência se localizam junto a barragens hidrelétricas e longe das cidades onde é mais necessária a energia. A energia elétrica deve, então, ser transportada por longas distâncias através de linhas de transmissão. E o transformador desempenha um papel fundamental no transporte dessa energia com eficiência.

As linhas de transmissão de energia, em geral, são feitas de alumínio. Os fios de cobre possuem características elétricas melhores, mas são muito caros, mais pesados e de menor resistência mecânica. Contudo, é bom lembrar que o alumínio tem uma resistividade maior que o cobre e, conseqüentemente, as perdas de potência em linhas desse material podem ser elevadas se não forem tomadas certas providências especiais.

A maior parte da perda em potência numa linha de transmissão é causada pela resistência da linha. Como $P = I^2 R$, a quantidade de potência desperdiçada é proporcional à resistência da linha e ao quadrado da corrente. Obviamente, então, o meio mais fácil de reduzir a dissipação de energia é manter a corrente tão baixa quanto possível.

Exemplificando, suponha uma estação geradora que produza 38 mil volts a 20 ampères. Vamos imaginar

que esses 760 mil watts de potência são transmitidos por uma linha que tenha 100 ohms de resistência. Se a transmissão for a 38 mil V e 20 A, a perda em potência na linha será:

$$P = I^2 R$$

$$P = (20 \text{ A})^2 \times 100 \Omega$$

$$P = 40.000 \text{ watts}$$

Utilizando um transformador, podemos fazer a transmissão dos 760 mil W como 760 mil V a 2 A. Então, a perda na linha será:

$$P = (2 \text{ A})^2 \times 100 \Omega$$

$$P = 400 \text{ watts}$$

Você notou que dividindo a corrente por 10, a perda em potência na linha foi reduzida por um fator de 100 (400 W contra 40 mil W). Por esse motivo, a transmissão de energia a grandes distâncias é feita a níveis altos de tensão e níveis bem baixos de corrente. Ao chegar a seu destino, a potência elétrica é rebaixada em tensão até os valores exigidos para a aplicação industrial e doméstica.

Aplicações eletrônicas — Nos equipamentos eletrônicos, o transformador também é usado para elevar ou reduzir tensão. A maioria dos equipamentos de uso comum trabalha com alimentação de 110 VAC. Nos equipamentos transistorizados, essa linha de tensão alternada geralmente é introduzida num transformador que diminui o nível da tensão para que depois seja retificada e convertida em CC. Nos antigos aparelhos a válvula, a tensão da rede era primeiro elevada para depois ser transformada em corrente contínua. Isso demonstra como o transformador pode ser empregado para tornar a tensão da linha compatível com os vários tipos de equipamentos.

Como dissemos, os transformadores também podem ser casadores de impedâncias entre dois circuitos. Isso deve ser feito se for desejada a máxima transferência de potência de um circuito ao outro. Mas esse detalhe já foi estudado antes no nosso curso. Vejamos algumas outras aplicações.

Deslocamento de fase — Dependendo de como as bobinas do transformador estão enroladas, ele pode produzir ou não um deslocamento de

180° na fase do sinal. Isto é, a tensão no secundário pode sair em fase ou defasada de 180° em relação à tensão no primário.

Em algumas aplicações, o deslocamento de fase é irrelevante, em outras, porém, torna-se extremamente importante. A figura 4A mostra um

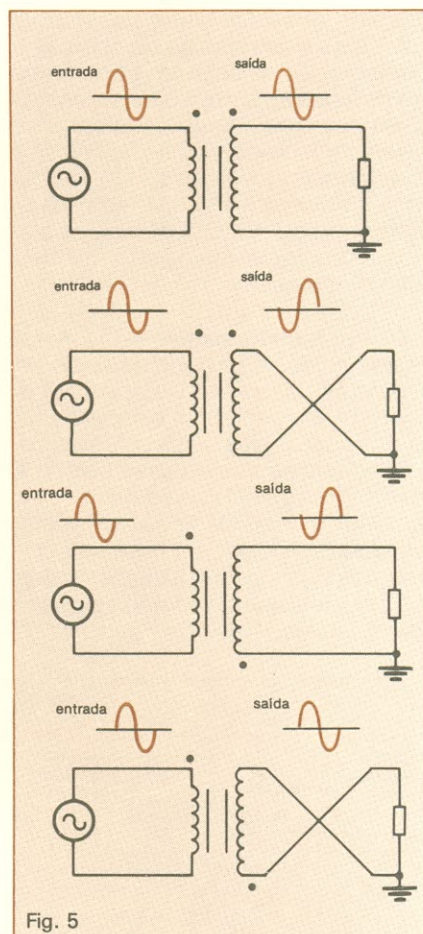


Fig. 5

A fase pode ser invertida revertendo-se os terminais da saída.

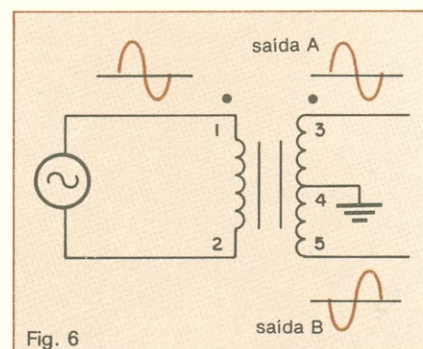


Fig. 6

O secundário com derivação central produz dois sinais defasados.

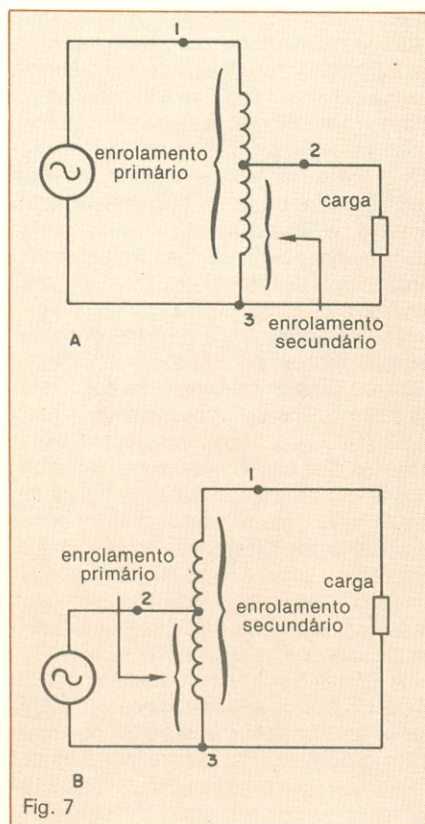
transformador no qual o sinal de entrada está em fase com o de saída. A tensão no ponto A com relação à terra tem a mesma fase que a tensão no pino 1 com relação à terra. Se quisermos ter uma diferença de 180° na fase entre a entrada e a saída, deveremos inverter os terminais com relação à terra. A figura 4B mostra os terminais invertidos: a tensão no ponto A, então, fica defasada em 180° relativamente à entrada.

O relacionamento de fase entre os enrolamentos do transformador é às vezes indicado no diagrama do circuito por pontos (.), como exemplifica a figura 4C. Os terminais dos enrolamentos que estão marcados com pontos estão na mesma fase. A figura 4D é exemplo de um transformador enrolado de modo diferente. Nesse caso, a tensão no pino 4 está em fase com a do pino 1 ou, expressando de outra maneira, a tensão no pino 3 está 180° deslocada da tensão no pino 1.

A figura 5 é um conjunto de exemplos de como a defasagem em 180° ou manutenção da fase é possível com qualquer tipo de transformador. Frisamos que para inverter a fase basta reverter os terminais da carga ou saída.

Divisão de fase — Alguns circuitos práticos necessitam de dois sinais de amplitude igual com 180° de diferença de fase, o que também pode ser providenciado por um transformador. Com uma ligação no centro do enrolamento secundário, como mostra a figura 6, isso se torna possível. Esses dispositivos, com o centro do secundário ligado à terra, são chamados de transformadores de derivação central ou *center-tapped*. Na figura 6, os pontos indicam que a tensão no pino 3 está em fase com a do pino 1. Ignorando a derivação central, o sinal no pino 5 deve estar 180° deslocado em relação ao dos pinos 1 e 3. Com a ligação do centro do enrolamento à terra, os terminais opostos do secundário apresentam dois sinais iguais em amplitude e com diferença de fase de 180°, como queremos demonstrar.

Isolação — Uma outra função designada para os transformadores é o isolamento entre circuitos. Um aparelho que é alimentado pela rede elétrica e não possui transformador geralmente apresenta um chassi de metal ligado a um dos lados da linha. Qual-



No autotransformador, o primário e o secundário partilham da mesma bobina.

quer pessoa que toque esse chassi e a terra ao mesmo tempo receberá um choque elétrico. Porém, se for usado um transformador na entrada da alimentação, o chassi ficará isolado da linha e a possibilidade de choques será praticamente eliminada.

Às vezes, num trabalho de reparação, pode ser necessário abrir um aparelho que não tenha transformador. Para evitar o perigo de choque, o técnico pode colocar um transformador de isolamento entre a rede e o chassi do equipamento. Esse transformador deverá ter uma relação de espiras de 1 para 1. Assim, receberá os 110 VAC da linha e entregará 110 VAC ao chassi. Contudo, isolará o chassi da rede elétrica e protegerá o reparador de choques acidentais.

O autotransformador — O autotransformador é um tipo especial de transformador que não apresenta isolamento entre o primário e o secundário, porque possui uma única bobina enrolada no núcleo. Parte dessa bobina é usada como primário e a outra parcela constitui o secundário. O autotransformador funciona com base no fenômeno da auto-indução e também pode ser utilizado como redutor ou elevador de tensão.

A figura 7A mostra o autotransformador sendo empregado para reduzir a tensão aplicada. Nesse exemplo, o enrolamento todo serve como primário e o secundário é formado apenas por uma parte da bobina. Devido ao fato de utilizarmos um menor número de voltas do fio como secundário, a tensão é reduzida e a corrente é aumentada na saída.

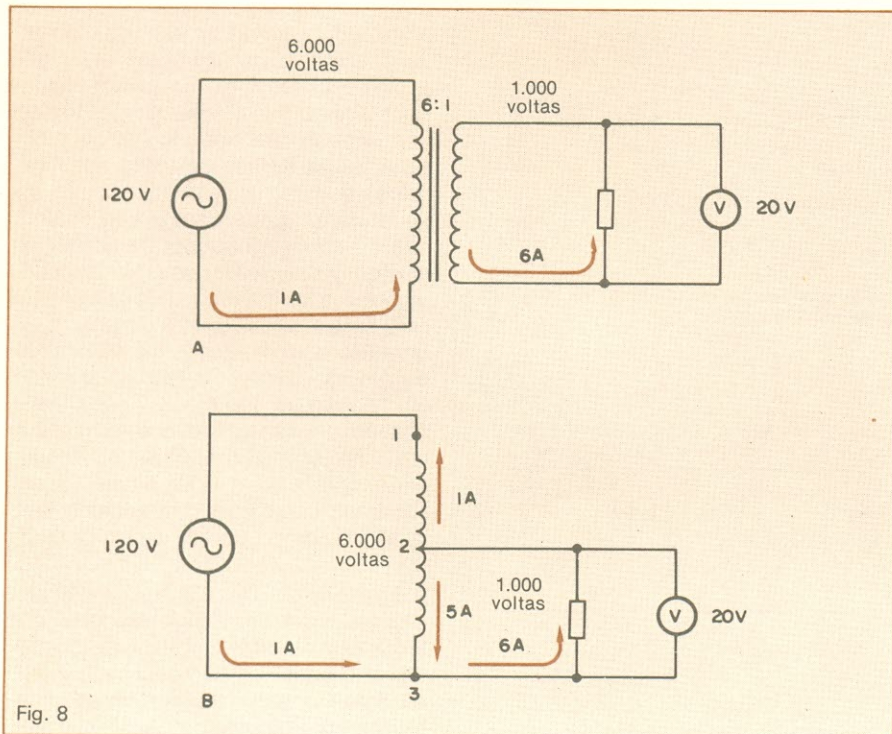
Já a figura 7B é um caso oposto. A metade inferior da bobina é o primário e o secundário compreende toda a bobina. Como o secundário tem maior número de espiras, o dispositivo eleva a tensão e reduz a corrente.

Uma comparação entre o transformador convencional e o autotransformador é sugerida pela figura 8. O dispositivo convencional da figura 8A diminui a tensão aplicada de 120 VAC para 20 VAC. Isso exige uma relação de espiras de 6 para 1. Ignorando as perdas, a corrente é elevada de 1A para 6A.

A figura 8B ilustra a mesma função sendo desempenhada por um autotransformador. A derivação no pino 2 está à altura de 1.000 voltas do fio. Com isso, o primário (a bobina toda) tem 6.000 espiras e para o secundário usamos somente 1.000. Note que a corrente na carga é de 6A mas no enrolamento secundário há apenas 5A de corrente. Isso porque a corrente no enrolamento secundário circula ao contrário da corrente no primário. Assim, a corrente de 1A do primário é subtraída da corrente de 6A do secundário.

O exemplo dado ilustra as vantagens do autotransformador. Primeiro, economiza material, pois exige um menor número de voltas de fio. Além disso, como a corrente no secundário é menor, a perda de potência também diminui. Muitas vezes, o autotransformador também é mais fácil de construir e portanto mais barato. Como desvantagem principal permanece o fato de que não há isolamento entre o primário e o secundário.

Um tipo especial de autotransformador é o conhecido como *variatic*. Ele possui o terminal do secundário móvel ao longo da bobina. Assim possibilita aumentar ou diminuir a relação de espiras, proporcionando uma variação correspondente na tensão de saída. Além de *variatic*, esse dispositivo também é conhecido como transformador variável.



Comparação entre o autotransformador e o transformador convencional.

Crominância/ separação de U e V

Amplificador de crominância, linha de atraso de croma, matriz e amplificadores U e V são os blocos do receptor a cores enfocados nesta lição

Neste artigo, começaremos a seguir o sinal de crominância, que, após ser separado do sinal Y pelo distribuidor de vídeo, deve passar por uma amplificação para ser processado pelos demodulares de diferença de cor (R-Y e B-Y). O terceiro sinal de diferença de cor (G-Y) é recuperado a seguir, a partir de R-Y e B-Y. Resumindo essa sequência, o diagrama da figura 14-X nos ajuda a visualizar o caminho da informação de cor até o cinescópio.

Amplificador de crominância — A finalidade deste estágio, que recebe o sinal de crominância, é, além de amplificar o sinal, separar o sincronismo de cor (*burst*). Nos aparelhos receptores modernos, a amplificação é efetuada por um circuito integrado, em torno do qual existem controles relacionados à cor, como o potenciômetro que atua sobre a saturação e o inibidor de cor.

Na figura 15-X, temos reproduzido o estágio de croma do TV Philco 384, já tomado como exemplo desde a lição anterior. No caso, o IC 601 desempenha a função de amplificador de crominância e, em conjunto com uma série de componentes associados, separa os sinais U (B-Y) e V (R-Y).

O sinal começa a ser amplificado após ser introduzido no pino 2 do integrado. Depois, é retirado do pino 6 e, através de C618, novamente sintonizado pelas bobinas L602 a L605, sendo reamplificado ao pino 7 do CI por intermédio de C634.

O controle do nível de saturação de cor é provido pelo potenciômetro P604, acessível ao usuário no painel

do receptor. E a inibição de cor é determinada pelo ajuste de P603, com atuação automática quando a transmissão é em branco e preto. Aí, o amplificador de crominância fica bloqueado, caso contrário poderiam aparecer distúrbios coloridos na imagem monocromática, causados por componentes do sinal de vídeo situados no campo da portadora de cor.

Nos pinos 1 e 14 de IC 601 temos, ainda, a tensão de controle automático de cor (CAC), que regula o ganho do amplificador.

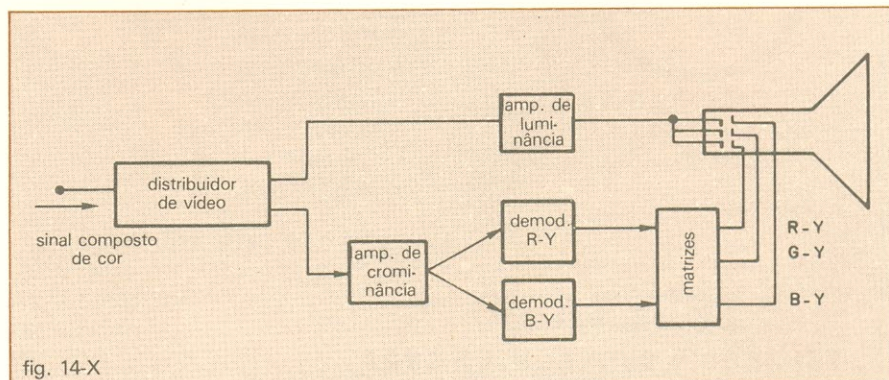
Linha de atraso de croma — O sinal, então, é remetido à linha de atraso de crominância. Esta tem a finalidade de permitir uma perfeita separação dos sinais U e V, que devem estar disponíveis simultaneamente no demodulador. Isso para que possa ser feita a reinversão linha a linha e a transformação dos erros de fase em ligeira redução na saturação (decodificação PAL).

A linha de retardo é mostrada na figura 16-X, juntamente com a matriz U e V. Formada pelo transdutor LA, ela memoriza o sinal por um período de aproximadamente 64 microssegundos, correspondente à duração de uma linha, de maneira que a matriz U e V possa processar a adição ou subtração na sequência das linhas.

No circuito da figura 16-X, o transistor T1 fornece no coletor o sinal de croma defasado 180° em relação ao emissor, onde ele é tirado com a mesma fase original.

O transformador L1, na entrada da linha, casa as impedâncias entre o coletor do transistor e a própria linha e o ajuste de seu núcleo gira a fase do sinal. O transformador L2, na saída da linha, além de casar impedâncias e de seu núcleo também permitir ajuste da fase do sinal, faz parte do circuito somador, ou matriz.

Matriz U e V — A matriz é auxiliada ainda por P1 e R1. O potenciômetro



Transformação do sinal composto de cor.

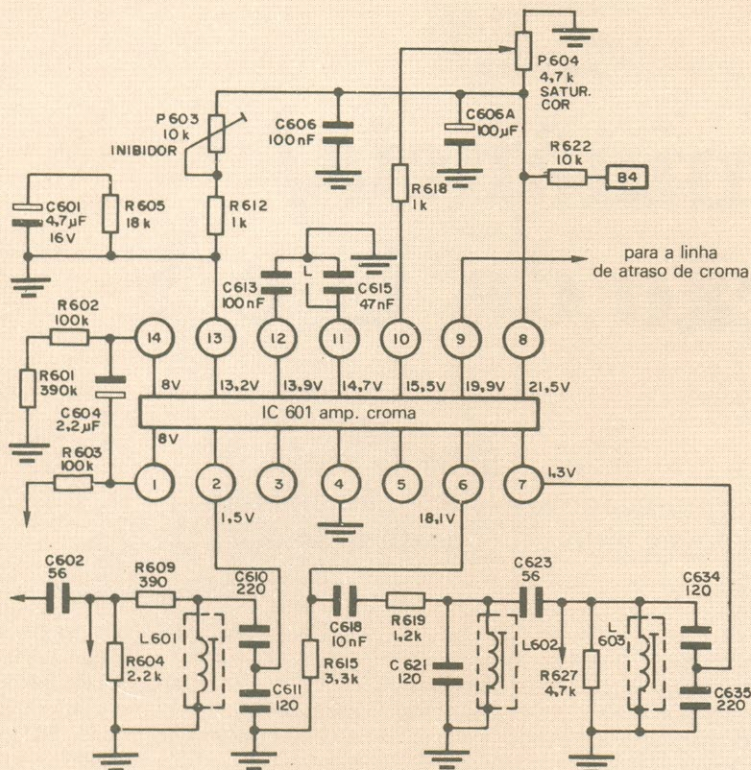


fig. 15-X

Amplificador de cromaticidade do TV Philco 384, com circuito integrado.

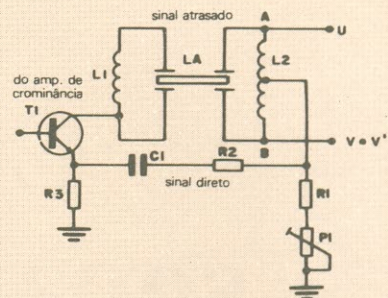


fig. 16-X

Linha de atraso de cromaticidade e matriz U e V.

P1 ajusta a amplitude do sinal direto (sem atraso). Observe que o mesmo sinal é aplicado no centro do transformador de saída da linha, de maneira que nos extremos A e B se tem o sinal defasado 180° em relação ao emissor de T1.

Em suma, no enrolamento superior da bobina L2 (A) retiramos o sinal correspondente ao U(B-Y) e do enrolamento inferior (B) retiramos o sinal V(B-Y). Esse último, no entanto, surge uma vez normal (V) e outra vez invertido (V'), a cada linha.

Como exemplo, vamos analisar duas linhas consecutivas, que chama-

A RECEITA BEM DOSADA DA QUALIDADE

RCA Solid State

TRANSISTORES, CIRCUITOS INTEGRADOS LINEARES E CMOS, SCR, TRIAC.



MOTOROLA

TRANSISTORES, DIODOS RETIFICADORES, ZENER, CIRCUITOS INTEGRADOS CMOS TRIAC, SCR, TRANSMISSÃO RF.



CONECTORES SOQUETES P/ C.I. TERMINAIS.



MINIVENTILADORES AXIAIS PARA REFRIGERAÇÃO DE CIRCUITOS ELETRÔNICOS.

FAIRCHILD SEMICONDUCTORES

TRANSISTORES DE BAIXO SINAL DIODOS ZENER, RETIFICADORES VARICAPS, DIODOS DE SINAL.

VENDAS POR ATACADO

TELERADIO
TELERADIO ELETRÔNICA LTDA

Rua Sena Madureira, 42 — Cep 04021
Vila Mariana — SP/SP
Fone: 544-1722 — TELEX (011)30926

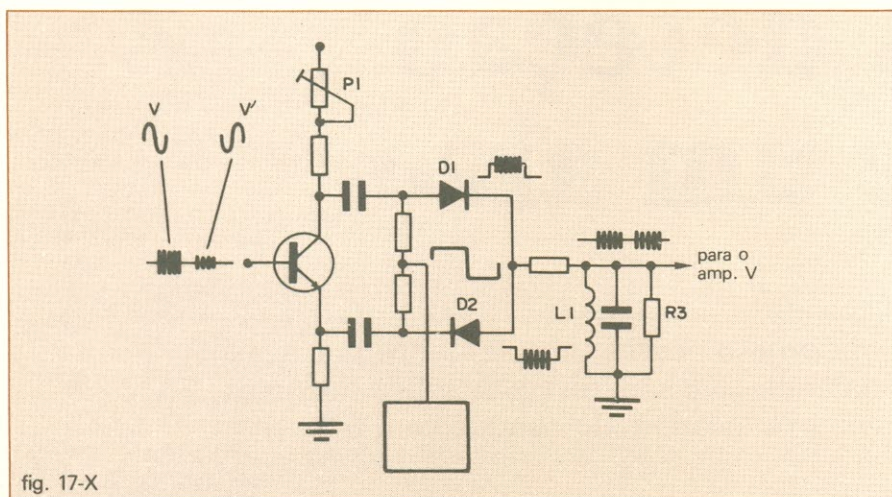


fig. 17-X

O inversor VV' , a partir do comando do flip-flop, retorna as linhas à condição VV .

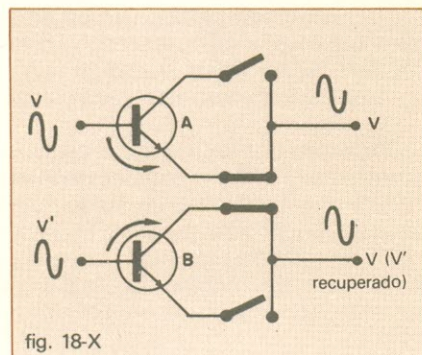


fig. 18-X

Circuito equivalente do inversor VV' .

remos de $N1$ e $N2$, sendo:

$$N1 = (V.U) \text{ e}$$

$$N2 = (-V.U), \text{ vistas no coletor de } T1.$$

No instante correspondente a $N2$, teremos em A:

$(V.U)$, correspondente a $N1$ atrasado e $(-V.U)$, correspondente a $N2$ direto.

Os dois sinais somam-se eletricamente, o que resulta:

$$(V.U) + (-V.U) = 2U$$

No mesmo instante $N2$, teremos em B: $(-V.U)$, correspondente a $N1$ atrasado (negativo porque é outro extremo do transformador).

$(-V.U)$, correspondente a $N2$, direto.

Do mesmo modo, os sinais somam-se eletricamente resultando:

$$-(V.U) + (-V.U) = -2V$$

Analisando-se linha a linha, teremos em A sempre $2U$ e em B, alternadamente, $2V$ e $-2V$. Com os ajustes de fase (transformadores de entrada e saída da linha), giramos os vetores dos sinais; com o ajuste de $P1$, controlamos a amplitude do sinal direto e, deste modo, conseguimos com que

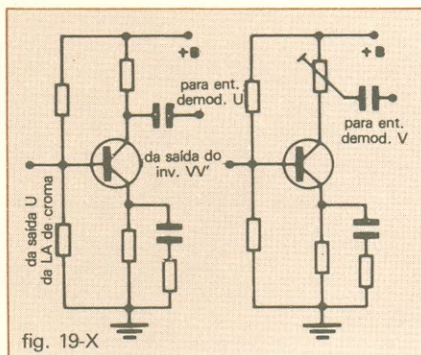


fig. 19-X

Amplificadores U e V .

haja cancelamento total de V no ponto A e de U no ponto B.

Inversor $V V'$ — O sinal U entra diretamente no amplificador U , para depois ser entregue ao respectivo demodulador. O sinal V , contudo, tem de passar antes, como já nos referimos, por um estágio de reinversão da componente para possibilitar a demodulação correta. Isso porque, na saída da linha de atraso, obtemos alternadamente V e V' (ou $-V$).

O circuito que realiza a inversão está ilustrado na figura 17-X. Os sinais V e V' são introduzidos na base do transistor $T1$ e aparecem no emissor com fase igual à da base e no coletor invertidos em 180° , com amplitude ajustável pelo potenciômetro $P1$, para que se possa conseguir informações de igual amplitude nos dois terminais.

Os dois sinais são aplicados aos diodos $D1$ e $D2$. Estes funcionam como chaves, controlados por uma tensão retangular fornecida pelo estágio

de comutação flip-flop, através de $R1$ e $R2$. A figura 18-X mostra como o circuito se comporta para os dois tipos de sinal na entrada.

Como o flip-flop é controlado pela fase do *burst* (sincronismo de cor) — o que analisaremos mais adiante — é aplicada tensão positiva aos diodos diante V' . Então, $D1$ fica polarizado diretamente e conduz, enquanto $D2$ é cortado, o que resulta na passagem de V' invertido, ou seja, V . Na linha seguinte, a tensão fornecida pelo flip-flop será negativa, fazendo $D2$ conduzir e $D1$ cortar, e teremos após os diodos diretamente o sinal de entrada.

Portanto, é pela fase do sinal *burst* que são identificadas as linhas V' e, a partir do inversor, recuperada a sequência de linhas como VV , em lugar de VV' .

No circuito da figura 17-X, note ainda que o sinal de saída V passa pelo conjunto $L1$, $C3$ e $R3$, onde lhe é retirada a componente retangular introduzida pelo flip-flop.

Amplificadores U e V — Estes estágios são preparadores dos sinais U e V para a demodulação. A impedância de entrada dos demoduladores é variável de acordo com o nível do sinal que recebem e, sem um circuito casador intermediário, a saída da linha de atraso de crominância poderia ser afetada por essa variação de impedância. Isso causaria o aparecimento de barras na tela, o chamado efeito veneziana ou barras de Hannover.

Os dois amplificadores, apresentados na figura 19-X, possuem impedância de entrada alta e constante, proporcionando o acoplamento adequado entre a linha de atraso de crominância e os demoduladores.

Além disso, também compensam a atenuação da linha de atraso e restabelecem os níveis relativos corretos entre U e V . Com ganhos diferentes, as atenuações também diferenciadas sofridas na transmissão por $U = 0,493(B-Y)$ e $V = 0,877(R-Y)$ são compensadas. E, através do potenciômetro $P1$, o ganho do amplificador V é ajustado para a relação correta $V = 80\% U$.

As informações contidas neste curso foram gentilmente cedidas pela **Philco Rádio e Televisão Ltda.** — Departamento de Serviço Nacional — Setor de Literatura Técnica.

O RADAR CLÁSSICO:
CONCEPÇÃO E PROJETO - 3ª PARTE

A detecção de um alvo

A descoberta de um objeto ocorre praticamente por acaso: o radar emite sinais em todas as direções e fica à espera de receber o eco provocado pelo choque com o alvo

Nos artigos anteriores, abordamos a estrutura em blocos de uma estação radar, o desempenho de cada bloco, a equação do radar e o modo de interpretá-la corretamente, levando-se em consideração as falhas inerentes à mesma, o que dificulta a aplicação prática das fórmulas, não impedindo, entretanto, que as mesmas venham a auxiliar a compreensão dos fenômenos de emissão e recepção de sinais em radar.

Este mês, estudaremos um novo conceito, extremamente importante quando tratamos do rastreamento de um alvo: a "probabilidade de detecção".

A detecção de um alvo pode ser, a grosso modo, considerada como um "acaso". Em outras palavras, suponha que uma antena radar esteja girando, emitindo pulsos constantemente e aguardando a reflexão de um ou mais destes pulsos, o que caracteriza a reflexão do sinal emitido, provocado pelo choque deste com um alvo. Em teoria, tudo está correto. Porém, na prática, surgem alguns problemas que atuam de tal modo que um alvo, por exemplo, apesar de refletir o sinal radar nele incidente, não é detectado pelo receptor.

Por que e como isto ocorre? É o que analisaremos a seguir. As principais razões que fazem com que um eco refletido por um alvo não seja reconhecido pelo bloco receptor (figura 1) da estação radar são as seguintes: superposição de ruído ao sinal; variações da superfície equivalente dos alvos (por alterações no posicionamento dos mesmos); e reflexões devidas

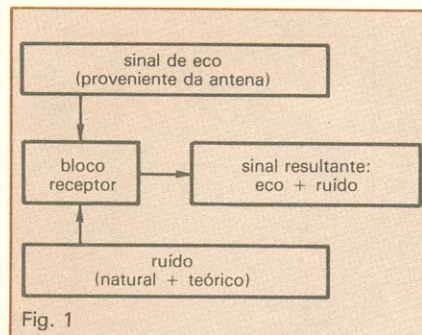


Diagrama representando a recepção do sinal no radar.

ao solo, superpondo-se ao sinal de eco etc.

Antes de estudarmos alguns destes fatores, convém mencionar uma observação importante — quando nos referimos ao "alcance de um radar", tal magnitude de nada representa, a menos que venhamos a explicitar as condições nas quais ele é válido. Isto implica forçosamente na referência de uma superfície equivalente do alvo e de uma probabilidade de detecção.

Poderíamos deste modo dizer, por exemplo, que um dado radar possui um alcance de 150 Km, para uma superfície equivalente de 8 m², com uma probabilidade de detecção de 70%. Em outros termos, isto significa que a 150 Km da estação radar, um avião (com superfície equivalente de 8 m²) será visualizado 7 vezes a cada 10 rotações da antena. Portanto, a primeira conclusão que extraímos é a de que o alcance diminui quando a probabilidade de detecção com a qual desejamos trabalhar aumenta e vice-versa.

Paralelamente, observamos que, para um mesmo alvo, a probabilidade de detecção aumenta à medida que o mesmo se aproxima da estação radar.

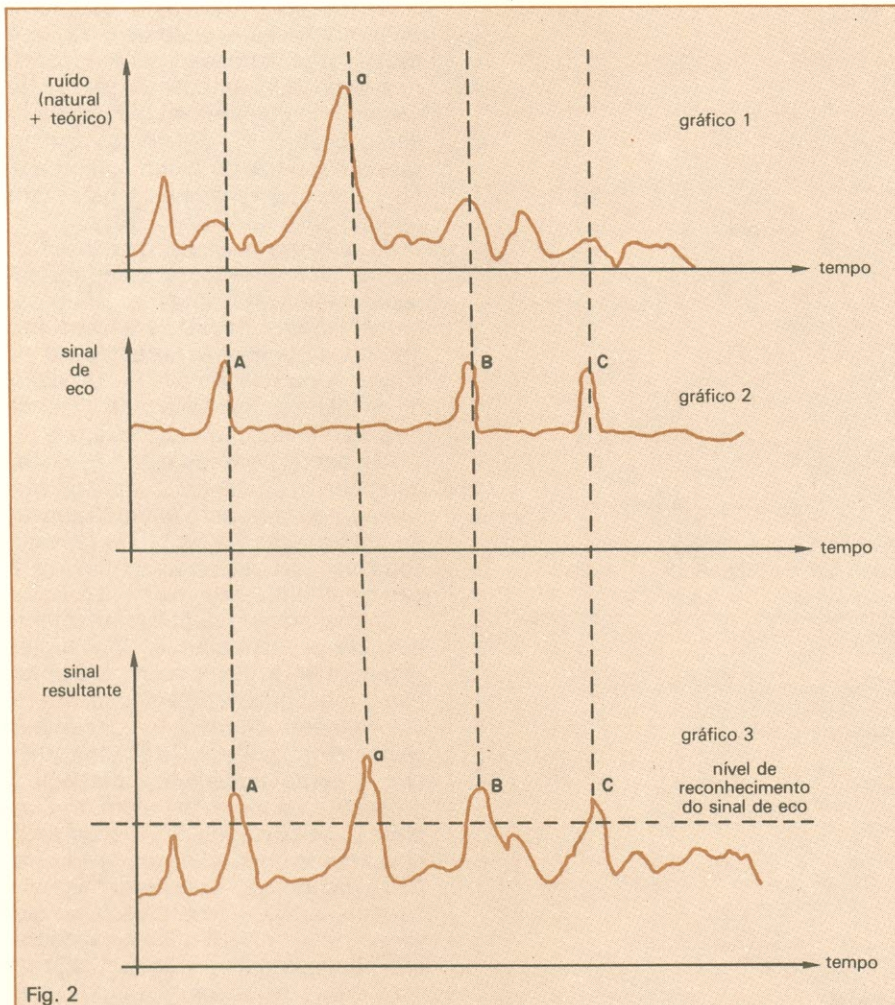
Superposição de ruído ao sinal —

Conforme já visto, a sensibilidade do receptor é limitada pelo ruído total (ruído teórico acrescentado ao natural) à entrada do receptor. Para que o sinal seja distinguido, este deverá possuir uma amplitude superior à do ruído.

Em termos práticos, o sinal detectado consiste na soma do sinal útil (o qual deve ser extraído), com o nível de ruído do instante correspondente. Porém, como o ruído possui uma natureza puramente estatística (as amplitudes instantâneas são independentes e aleatórias) ocorre que o sinal resultante está afetado por flutuações. Ora, tais flutuações serão mais elevadas à medida que a relação sinal/ruído é mais baixa, acarretando a redução na probabilidade de detecção (que nada mais é, neste caso, do que o aumento da dificuldade de reconhecimento do eco). Consequentemente, podemos afirmar que, se um sinal (eco) chega simultaneamente a um impulso de ruído de amplitude elevada, a sensibilidade útil instantânea diminui.

O gráfico 1 da figura 2 representa a soma dos ruídos de toda a natureza, presentes no bloco receptor, em um dado intervalo de tempo. Note o nível de ruído elevado representado por @.

* Engenheiro formado pela Escola de Engenharia Mauá, SP.



No gráfico 2, podemos observar três sinais de eco sendo captados (indicados por A, B e C). O sinal resultante, à saída do bloco receptor, é o que mostramos no gráfico 3. Note que existe uma linha delimitadora, acima da qual qualquer sinal que ultrapasse tal valor será considerada como "alvo detectado". A tal linha denominaremos de "nível de reconhecimento do sinal de eco". Em consequência, todos os sinais presentes na área hachureada serão "mostrados" na tela de radar.

O que ocorrerá quando tivermos um nível de ruído tal que ultrapasse até mesmo os níveis de eco captados pela antena do radar (observe a região @ do gráfico 1)? Ocorrerá, neste caso, o que denominamos, em radar, de "falso alarme". A tela do radar indicará a presença de um alvo (região @, gráfico 3) que inexistente na realidade.

De fato, observe que, de acordo com o gráfico 2, temos apenas três detecções de eco (A, B, C), ao passo que o sinal resultante contém quatro "picos" de sinal.

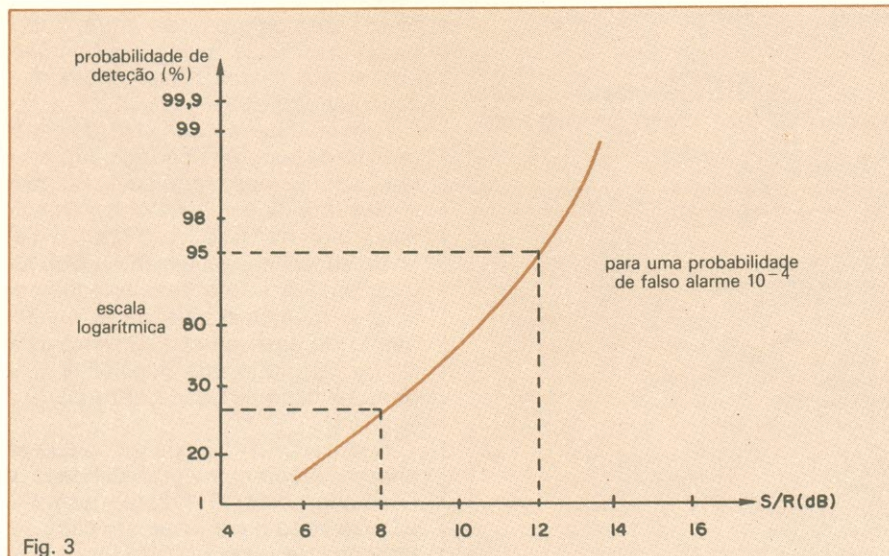
Paralelamente à probabilidade de detecção, podemos agora criar um outro parâmetro ao qual denominaremos de "probabilidade de falso alarme". Intuitivamente, podemos já concluir que a probabilidade de falso alarme nada mais é do que o número de vezes, numa certa unidade de tempo, na qual poderíamos observar, através da tela do radar, um alvo irreal, ou seja, um ponto que não corresponde a um objeto verídico, no campo de varredura da antena de nossa estação radar.

Existem algumas relações entre probabilidade de detecção, probabilidade de falso alarme e a relação sinal/ruído, as quais discorreremos a seguir:

- para uma dada probabilidade de falso alarme, a probabilidade de detecção se eleva com o aumento da relação sinal/ruído.
- para uma dada probabilidade de detecção, devemos aumentar a relação sinal/ruído para que possamos reduzir a probabilidade de falso alarme.

Os próximos gráficos ilustram a interdependência entre os três parâmetros.

O gráfico da figura 3 relaciona a probabilidade de detecção com a relação sinal/ruído. Observamos que tal curva é válida para uma probabilidade de falso alarme 10^{-4} . Isto significa que em 10^4 (10.000) impulsos de ruído, admitimos um impulso de falso alarme.



Probabilidade de detecção em função da relação sinal/ruído.

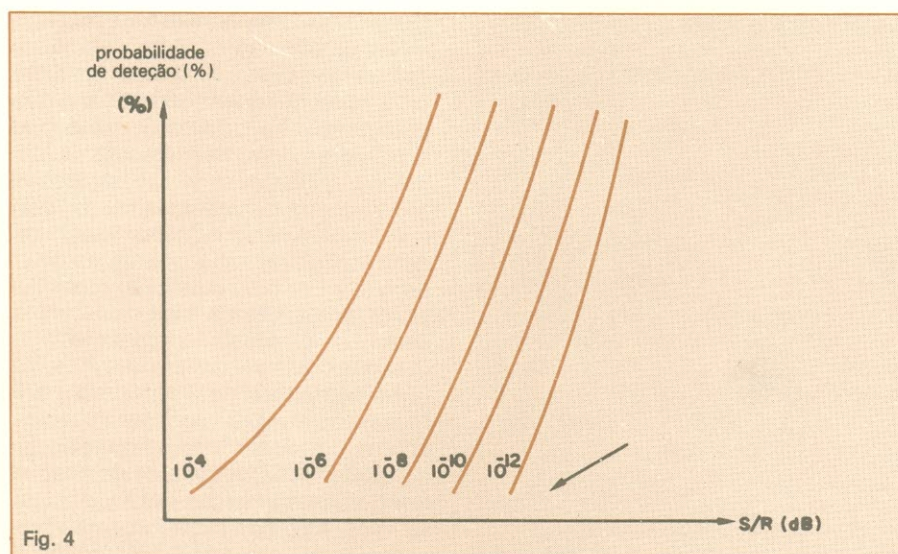


Fig. 4 Diferentes probabilidades de falso alarme originam curvas distintas.

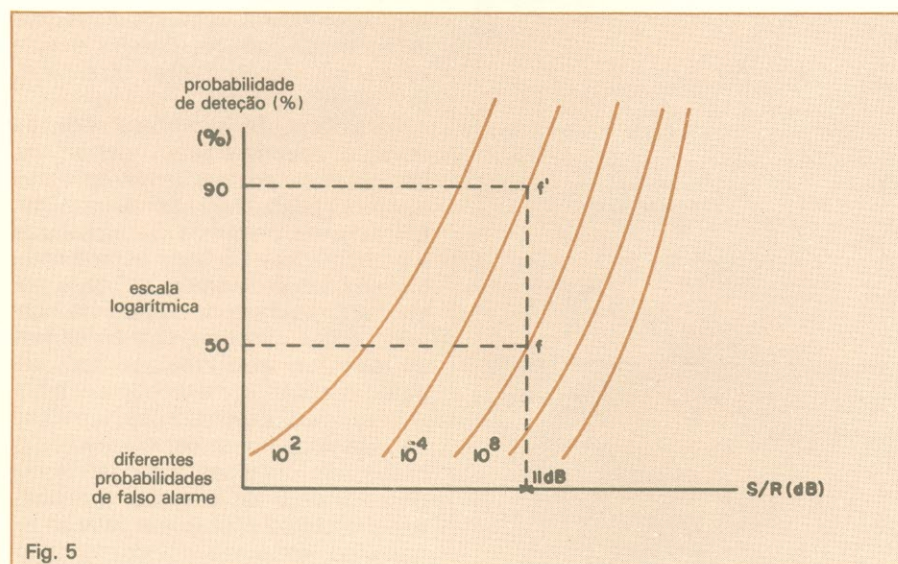


Fig. 5 Para uma relação S/R fixa, reduzindo-se a probabilidade de falso alarme, aumenta a probabilidade de detecção.

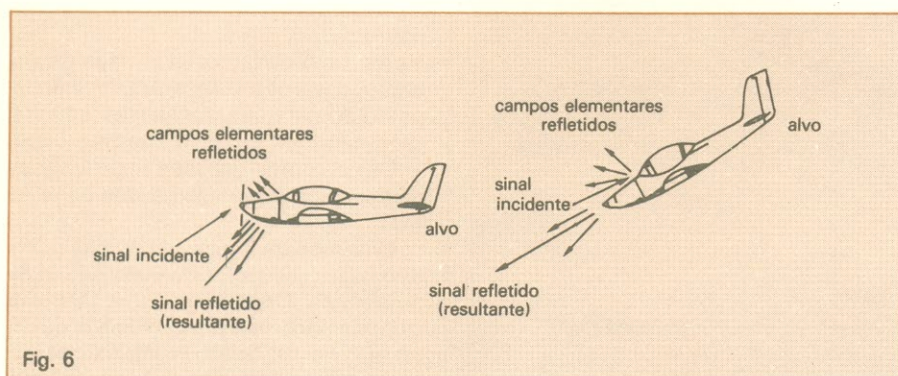


Fig. 6 A variação na posição angular do alvo altera o sinal refletido.

Nesta curva notamos que, com uma relação sinal/ruído de 8 dB, teremos uma probabilidade de detecção da ordem de 25%, enquanto que, se necessitarmos de uma probabilidade de detecção de 95%, deveremos aprimorar os circuitos do bloco receptor de tal modo que venhamos a obter uma relação sinal/ruído de 12 dB.

Já a figura 4 expõe uma série de curvas (semelhantes àquela já analisada) a serem aplicadas em diferentes probabilidades de falso alarme. Neste gráfico, notamos a necessidade da melhoria da relação sinal/ruído quando desejarmos reduzir a probabilidade de ocorrência de um falso alarme.

Até agora, fixamos algumas considerações importantes. Sabemos que a relação sinal/ruído é alterada através do aprimoramento do bloco receptor (logo, um bom receptor, com alta relação sinal/ruído, será mais oneroso).

Conhecemos a definição da probabilidade de falso alarme. Concluímos anteriormente que podemos aumentar a probabilidade de detecção através da melhoria da relação sinal/ruído. Neste ponto, poderia surgir uma questão: e como poderíamos diminuir a probabilidade de falso alarme? Simplesmente alterando o "nível de reconhecimento de sinal de eco" (vide gráfico 3 da figura 2). Uma outra pergunta surgiria, então — neste caso, se elevarmos este nível substancialmente, não eliminaremos a possibilidade de ocorrência de falsos alarmes? Atenção a este ponto: quanto mais elevarmos este nível, mais os ecos reais estarão sendo absorvidos. Portanto, existe um compromisso entre a aceitação dos "ecos reais" e a filtragem dos sinais de ruído que originam o "falsos alarmes".

Para concluir esta análise, do ponto de vista de superposição do ruído ao sinal, examinemos o gráfico da figura 5.

Nas condições expostas (relação sinal/ruído fixa e igual a 11 dB), um alvo de superfície equivalente τ é observado uma em cada duas rotações de antena, quando o nível de reconhecimento do sinal de eco estiver ajustado de tal modo que possibilite uma probabilidade de falso alarme de 10^{-8} (ponto f).

Reduzindo o nível, de modo que venhamos a obter uma probabilidade de falso alarme de 10^{-4} , este mesmo alvo será visto nove vezes em cada dez rotações da antena (ponto f').

Porém, nestas condições, a probabi-

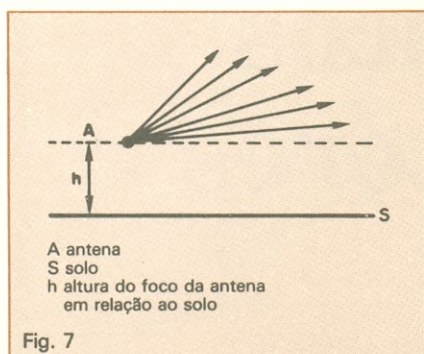


Fig. 7

Diagrama de irradiação ideal da antena.

lidade de falso alarme passou de 10^{-8} para 10^{-4} , o que significa que os sinais de ruído confundidos com sinais de ecos reais serão mais numerosos.

Em suma, quando falamos de "probabilidade de detecção", devemos mencionar para qual probabilidade de falso alarme ela está sendo obtida e especificar a superfície equivalente e a distância do alvo considerado.

Variações da superfície equivalente dos alvos — O campo eletromagnético refletido por um alvo é de natureza extremamente complexa. O campo total resultante pode ser considerado como originário da combinação de um grande número de campos elementares, refletidos aleatoriamente. Um ligeiro deslocamento angular do alvo em relação à antena é suficiente para que haja uma alteração no campo total resultante, como ilustra a figura 6.

Tudo se passa, portanto, como se a superfície equivalente variasse. Logo, devemos na prática considerar um alvo como tendo uma superfície que flutua estatisticamente com o tempo.

Analisemos matematicamente as relações entre a variação da probabilidade de detecção com as flutuações

da superfície equivalente dos alvos. Examinemos o exemplo exposto na figura 5, desta vez sob um outro prisma — um alvo sendo detetado por um receptor fixado para uma probabilidade de falso alarme de 10^{-8} acarreta uma probabilidade de detecção de 50%. Ora, suponha que desejamos melhorar a probabilidade de detecção para 90% (mas, desta vez, sem alterar a probabilidade de falso alarme). A solução consiste na melhoria da relação sinal/ruído, digamos, de 1,3 dB. Logo, se para uma probabilidade de detecção de 50% (com uma probabilidade de falso alarme fixada em 10^{-8}) temos uma relação sinal/ruído de 11 dB, para passarmos a uma probabilidade de detecção de 90% (na mesma probabilidade de falso alarme) deveremos acrescentar 1,3 dB à relação anterior.

Assim, necessitamos obter, no bloco receptor, uma relação equivalente a:

$$11 \text{ dB} + 1,3 \text{ dB} = \boxed{12,3 \text{ dB}}$$

Mas suponha, agora, que não podemos alterar o bloco receptor. Como obter os 90% desejados? Conforme expusemos no capítulo referente à equação do radar, para uma mesma distância, um aumento da relação sinal/ruído pode ser obtido indiretamente através do aumento da superfície equivalente do alvo.

Observe os cálculos a seguir:

$$1,3 \text{ dB} = 10 \log \tau/\tau_0$$

$$\text{então, } \log \tau/\tau_0 = 0,13$$

$$\text{e, portanto, } \tau/\tau_0 = 1,35 \Rightarrow \boxed{\tau \text{ } 1,35 \tau_0}$$

Logo, se desejamos obter uma "melhoria" de 1,3 dB na relação sinal/ruído, podemos chegar indiretamente a este valor sem alterar o re-

ceptor, mas aumentando a superfície equivalente do alvo de 1,35 vezes.

Claro que isto não é realizado na prática. Se desejamos melhorar a relação sinal/ruído, devemos modificar realmente o bloco receptor. Mas esta exposição torna-se válida quando percebemos que a probabilidade de detecção é alterada com variações da relação sinal/ruído e que esta última, mesmo sendo mantida fixa através do bloco receptor, é indiretamente afetada pelas variações da superfície equivalente dos alvos.

As fontes de flutuações que dificultam a detecção dos alvos, estudadas até agora, e que afetam a totalidade das estações radar, são devidas: a) à estrutura do ruído; b) às variações da superfície dos alvos.

Existem ainda outras fontes de flutuações, as quais dependem de características particulares a cada estação radar e que variam de um equipamento a outro. A principal delas é devida às reflexões do sinal emitido pelo radar no próprio solo, reflexões estas que se superpõem ao sinal de eco, gerando interferências.

Uma maneira de eliminar esta problemática fonte de flutuação consiste na minimização dos sinais emitidos em direção ao solo. Para tanto, altera-se o projeto da antena.

O diagrama de irradiação ideal da antena, o qual elimina completamente as reflexões com o solo, é o esboçado na figura 7.

Infelizmente, tal diagrama ideal não é realizável na prática. Uma solução real consiste na inserção da antena (supondo-a parabólica, abaixo do nível do solo, conforme a representação da figura 8).

Neste caso, conseguimos indiretamente eliminar a irradiação em direção ao solo, suprimindo esta fonte de flutuação.

Até o momento, estudamos o diagrama em blocos do radar clássico, a equação do radar (com sua interpretação) e a probabilidade de detecção.

No próximo artigo, apresentaremos outras técnicas de emissão e reconhecimento de sinais em radar. Até lá.

Bibliografia

DELACOURDRE e SONDT - *Conception et Performances du Radar Classique*, Editions Radio, Paris, França.
SKOLNIK - *Introduction to Radar Systems*, 2ª ed., Ed. McGraw-Hill, EUA. ●

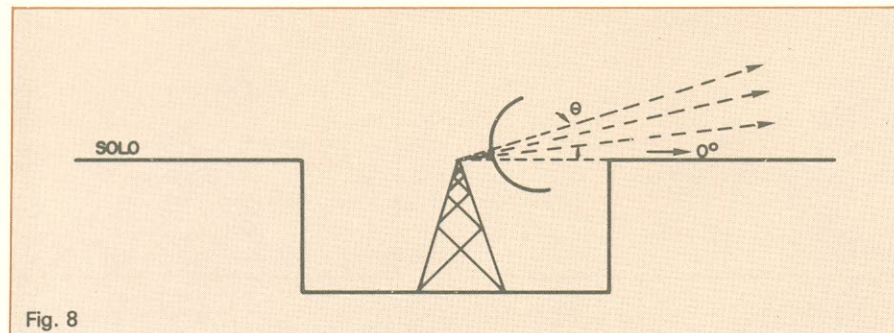


Fig. 8

Uma solução prática para eliminar a irradiação em direção ao solo.

Conceitos básicos sobre os receptores

Algumas dúvidas comuns de muitos leitores, sobre os receptores de TV, são elucidadas neste artigo na forma de pergunta e resposta

Vamos examinar, nesta edição, alguns conceitos básicos sobre os receptores de televisão em cores, atendendo de uma forma geral às principais solicitações que temos recebido de nossos leitores. No sentido de proporcionar uma apresentação bastante prática deste assunto, optamos por uma exposição no formato de perguntas e respostas.

Aproveitamos a oportunidade também para lembrar que não estamos mais atendendo a consultas individuais, mas procuraremos mostrar em cada artigo um assunto relacionado às dúvidas mais freqüentes que recebemos. Portanto, ao escrever-nos, indique preferencialmente qual o tema ou assunto que gostaria de ver tratado e teremos, dentro das nossas limitações, o máximo prazer em explicá-lo detalhadamente.

O que é espectro de freqüências? - Espectro de freqüência é a representação da distribuição da energia contida em cada freqüência que compõe um sinal. Vamos analisar esta afirmação através de um exemplo simples: consideremos um sinal de 1.000 kHz (portadora) sendo irradiado sem modulação alguma; neste caso, toda a energia está concentrada nessa freqüência, como mostra a figura 1. Adicionamos agora a esta portadora um sinal modulante de 1 kHz e com isto "geramos" automaticamente outras duas freqüências — a soma $(1.000 + 1)$ kHz e a diferença $(1.000 - 1)$ kHz. Como

elas surgiram em torno da portadora principal, são denominadas de bandas laterais e o espectro de freqüência desse novo sinal vai representar a energia contida em cada uma dessas componentes: na portadora, na banda lateral inferior e na banda lateral superior (figura 2). Neste caso, o sinal modulante foi constituído por uma única

freqüência (pura) e, por conseguinte, foram geradas duas "raias" simples no espectro. Entretanto, se o sinal modulante foi do tipo complexo, isto é, que contenha freqüências distintas ao longo de uma faixa, o espectro resultante será todo preenchido, ao invés de apresentar raias simples. O sinal de áudio, transmitido por uma es-

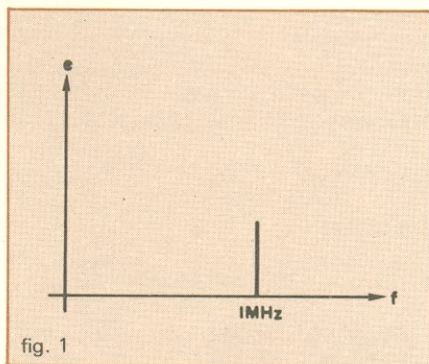


fig. 1
Espectro de freqüências de uma portadora sem modulação.

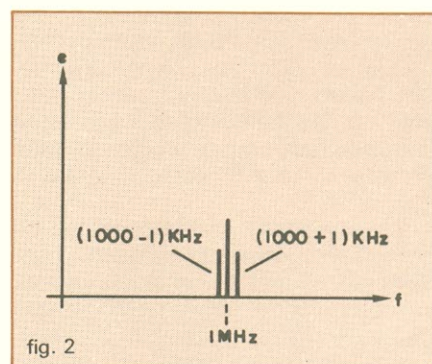


fig. 2
Espectro de freqüências de uma portadora modulada por um sinal simples.

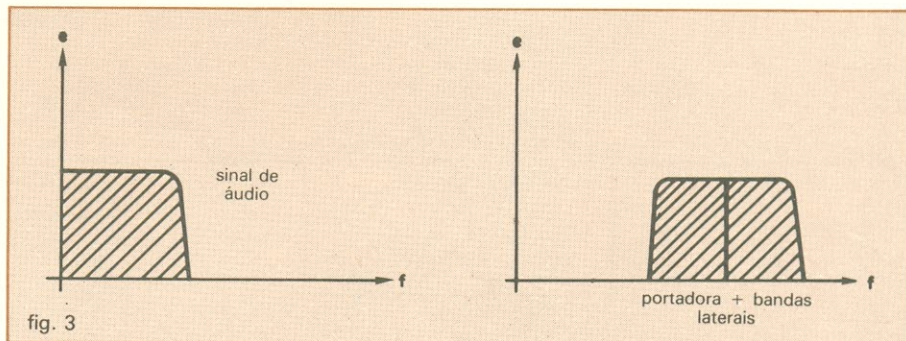


fig. 3
Espectro de freqüências de uma portadora modulada por um sinal complexo.

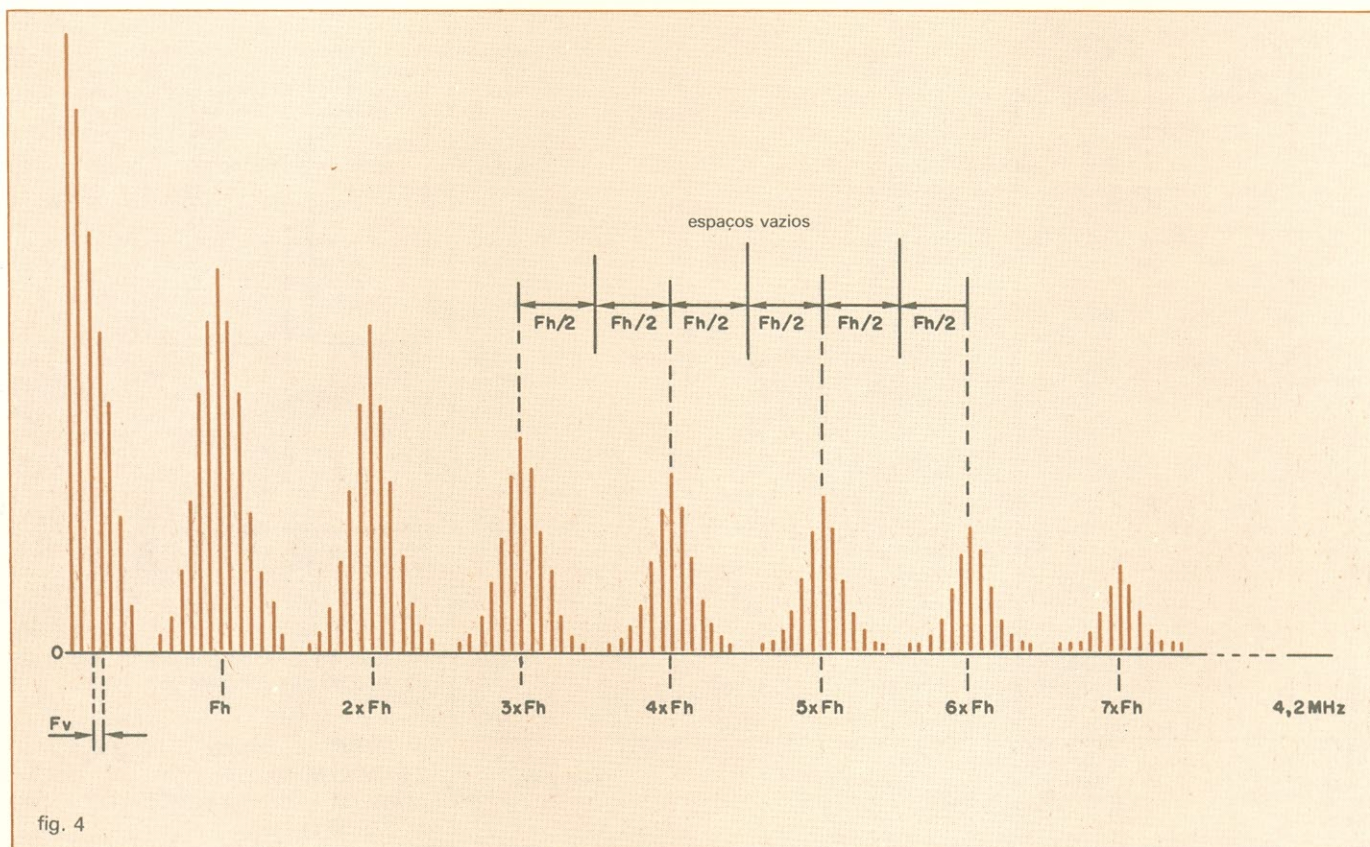


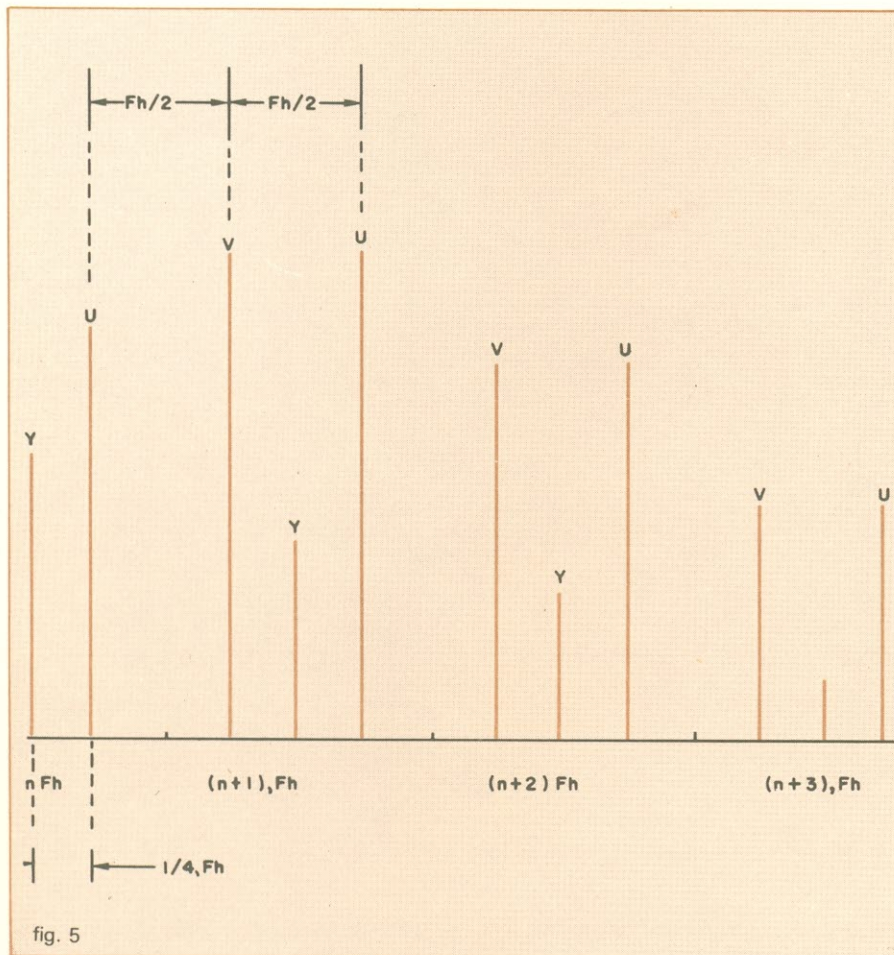
fig. 4
Espectro de frequências do sinal de vídeo.

tação de rádio, é deste tipo, ou seja: contém frequências que preenchem toda a faixa de áudio. Portanto, resulta num espectro repleto como ilustra a figura 3. Se analisarmos agora um sinal de vídeo, à primeira vista diremos que também ele contém frequências que cobrem indistintamente toda a faixa de vídeo. Entretanto, existe uma particularidade neste tipo de sinal: ele não se apresenta de forma "contínua" como um sinal de áudio. Sofre interrupções de transmissão de forma periódica, isto é, guardando sempre a mesma relação de tempo. Tais interrupções não são nada mais, nada menos, do que os intervalos de tempo em que o sinal de vídeo dá lugar aos pulsos de sincronismo: para o horizontal a cada $63,5 \mu\text{seg}$ e para o vertical a cada $16,6 \text{ mseg}$. Esta particularidade torna o sinal de vídeo de certa forma periódico, ou seja, ele vai guardar relação com a frequência horizontal e com a frequência vertical. Dessa forma, o espectro do sinal, ao invés de ser totalmente preenchido (como no caso da transmissão de áudio) apresenta, nitidamente, concen-

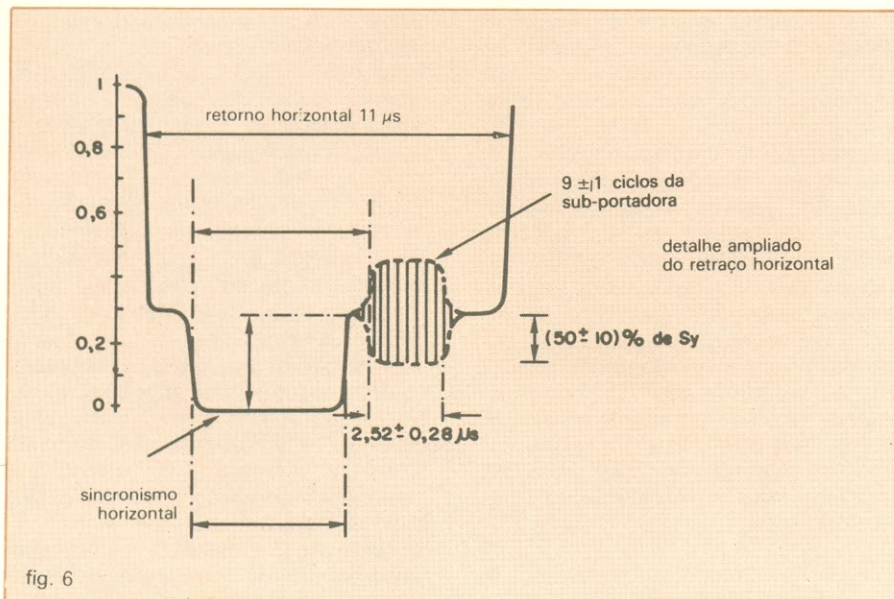
trações de energia ao longo das frequências múltiplas do horizontal ($n \times f_h$) e do vertical ($n \times f_v$) e fora delas uma significativa redução, formando regiões de baixo conteúdo de sinal, como se vê na figura 4. Este tipo de distribuição mostra que, apesar do sinal de vídeo (luminância) conter frequências que vão desde alguns Hz até aproximadamente 4 MHz, ele não preenche totalmente seu espaço. Portanto, é possível adicionarmos um outro tipo de informação dentro da mesma faixa de frequências, sem que haja perturbação significativa entre ambas, desde que a nova informação se concentre exatamente sobre as regiões de baixa densidade do espectro de vídeo (intercalamento espectral). A nova informação adicionada ao sinal de vídeo é exatamente o sinal de croma, cuja sub-portadora foi rigorosamente calculada para cair dentro de uma região de baixa energia do sinal de luminância.

Por que as sub-portadoras de croma do sistema NTSC e PAL-M diferem li-

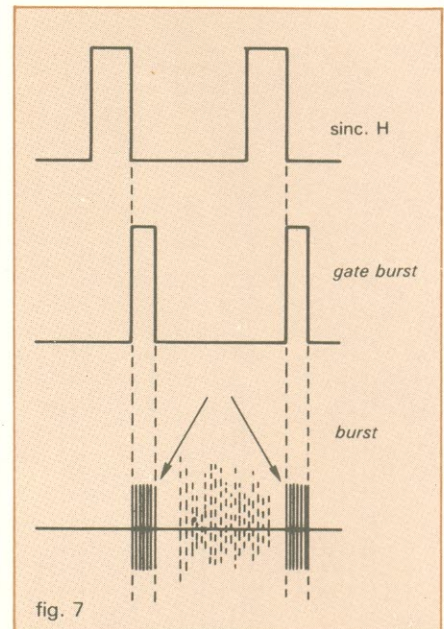
geiramente? - O padrão de transmissão norte-americano é idêntico ao nosso, isto é: frequência horizontal/frequência vertical/largura de faixa/portadora de som. Entretanto, a frequência da sub-portadora de croma é ligeiramente diferente, ou, mais precisamente, está a $1/4$ da frequência horizontal acima da nossa. O motivo desse desencontro é facilmente justificado: como o sistema PAL aplica inversão linha-a-linha à componente $V = [0,87 \times (R-Y)]$ do sinal de croma, isto provoca o aparecimento de uma outra frequência periódica que é exatamente a metade da frequência horizontal (inversão linha sim/linha não = $f_h/2 \cong 7,8 \text{ kHz}$), o que faz com que a distribuição de energia do sinal V (espectro de frequência) seja distinta do sinal U (que não sofreu inversões). Portanto, a localização do sinal de croma no sistema PAL, levando em conta esta condição, desloca a frequência de croma de " $1/4$ de f_h ", garantindo um intercalamento adequado tanto ao sinal U como ao sinal V em relação ao sinal Y, o que é demonstrado na figura 5



Intercalamento perfeito entre o sinal de croma (U e V) e o sinal de luminância no sistema PAL-M.



Localização do sinal burst.



Relação do sinal de gatilho de burst com o pulso de sincronismo H.

$$p/ \text{NTSC} = \text{croma} = 455 \times f/2 = 3,579545 \text{ MHz}$$

$$p/ \text{PAL-M} = \text{croma} = (455 \times f/2 - f/4) = 3,575611 \text{ MHz}$$

O que é o sinal burst — para que serve?

- O sinal de croma, para poder ser transmitido em conjunto com o sinal de vídeo (luminância), teve de ser criteriosamente localizado dentro do espectro no sentido de minimizar a interação entre ambos, como já vimos. Contribuindo para este fato, o sinal de croma é transmitido somente através das suas bandas laterais, enquanto que a portadora (sub-portadora 3,58 MHz) que deu origem a essa bandas laterais é suprimida, o que significa que não é transmitida. Com esta providência, o confronto entre o sinal de luminância e o sinal de croma é minimizado ao máximo. Por outro lado, a recuperação do sinal de croma nestas condições torna-se impraticável, uma vez que a presença da portadora (sub-portadora) é essencial para a demodulação do sinal. Solucionando o impasse, transmite-se no início de cada linha de varredura uma pequena amostra (burst) da sub-portadora e, com isso, o receptor tem condições de recuperá-la por completo, utilizando um oscilador controlado a cristal. O sinal burst é constituído por aproximadamente nove ciclos da sub-

portadora e é transmitido durante o retorno do feixe na tela (pedestal de apagamento), sendo, portanto, invisível no receptor. Esse sinal, ilustrado na figura 6, é vital para a reprodução das cores, assegurando o sincronismo do oscilador a cristal (recuperação da sub-portadora) e o sincronismo do chaveamento PAL — indispensável para a recuperação do sinal (R-Y).

Para que serve o sinal “gate de croma” no receptor? - O sinal *burst*, que está localizado imediatamente após o pulso do sincronismo horizontal, ainda sobre o pedestal de apagamento (retorno do feixe apagado), deve ser isolado do sinal composto de vídeo, para ser então encaminhado ao circuito de sincronismo do oscilador a cristal. O isolamento do sinal *burst* é obtido utilizando-se uma “chave eletrônica” (circuito porta), que dá passagem livre somente quando da ocorrência do sinal *burst*. Esta situação é controlada por um sinal de comando, o “gate de croma”. Como o sinal *burst* está localizado imediatamente após o pulso de sincronismo horizontal, o sinal “gate de croma” é obtido simplesmente deslocando-se o pulso horizontal de forma que coincida com o *burst* e fazendo-se com que apresente a mesma duração (figura 7). Com isso, conseguimos retirar a informação (*burst*) independente do restante do sinal. O deslocamento (atraso) do pulso horizontal é obtido por meio de capacitores e/ou indutores, não requerendo nenhum ajuste posterior.

Qual o significado dos sinais U e V?

Esses sinais constituem a informação de croma que é transmitida pela emissora e representam, respectivamente, frações dos sinais (B-Y) e (R-Y). Como o sinal de croma é sobreposto ao sinal de luminância, resulta que para determinadas cores saturadas a amplitude final do sinal composto (luminância + croma) ultrapassa os limites permitidos, o que provocaria sérios problemas de modulação. Nesse sentido, o sinal de croma sofre uma redução de amplitude em suas componentes, de forma a tornar a transmissão praticável. Assim, a componente modulada pelo sinal R-Y sofre uma redução de 12,2% em sua amplitude, sendo denominada então “sinal V”, e a componente modulada pelo si-

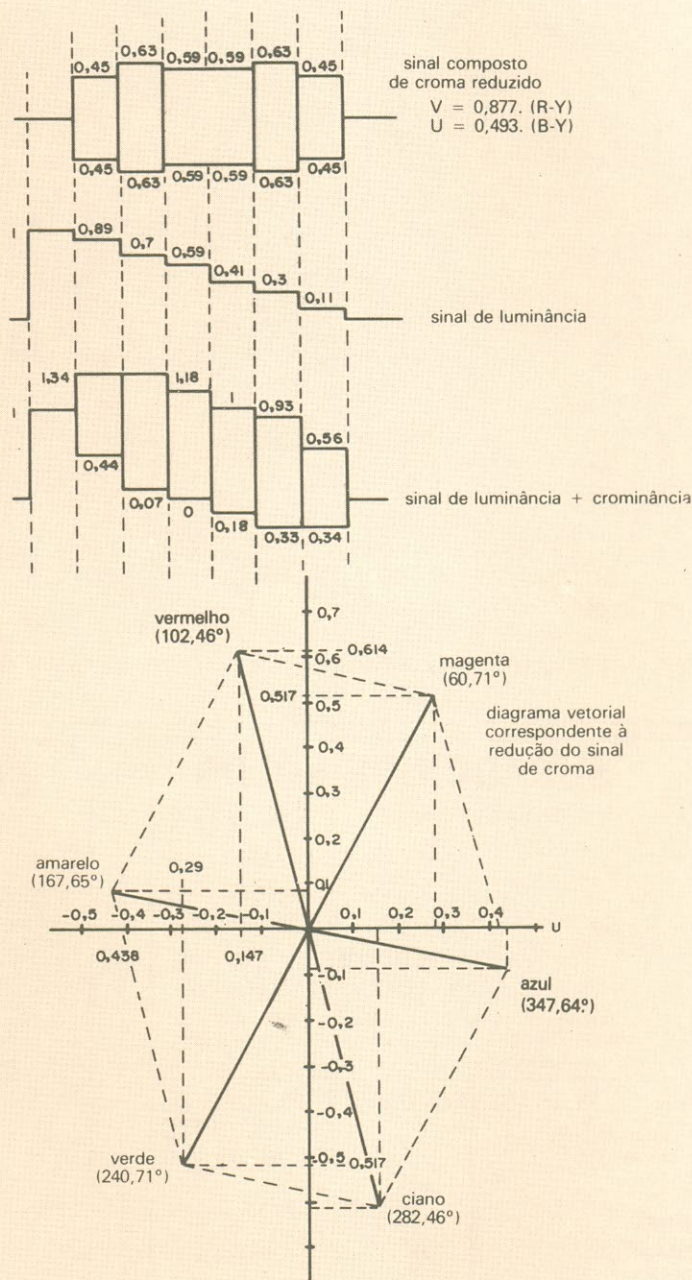


fig. 8

Formação do sinal de vídeo utilizado em televisão.

nal B-Y sofre uma redução de 50,7% de sua amplitude, sendo denominada então “sinal U”. A formação do sinal de vídeo está ilustrada na figura 8.

O que são cores complementares? - O sinal resultante do processo de modulação em quadratura dá origem a dife-

rentes desvios de fase que guardam relação com a cor (matiz) a ser apresentada. Assim, cada uma das cores que a televisão é capaz de reproduzir possui uma “fase” própria do sinal de croma. Quando duas cores se apresentam exatamente em oposição de fase, ou seja, uma a 180° da outra, elas são ditas “complementares”. Por

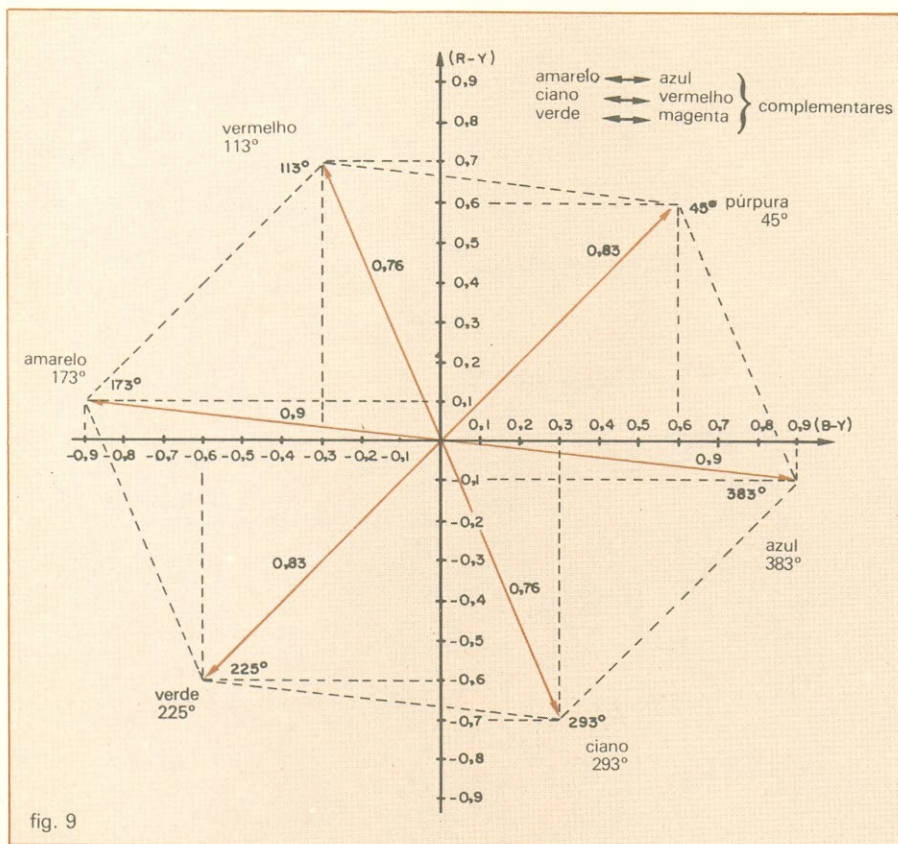


fig. 9
Representação vetorial das cores do padrão de barras com 100% de saturação.

exemplo, como mostra a figura 9, o vermelho com o ciano, o amarelo com o azul, o verde com o magenta. Cores complementares, quando mostradas lado a lado no vídeo, apresentam uma transição bastante pobre, isto é, a passagem de uma cor a outra não é perfeitamente identificada. Isso pode ser percebido observando-se na imagem padrão de barras coloridas a transição entre as barras centrais magenta e verde.

Qual a diferença entre a linha de retardo de luminância e a linha de atraso (delay) de croma? - Ambas possuem a mesma função de introduzir atrasos nos sinais que atravessam, entretanto com finalidades distintas. A linha de retardo de luminância introduz um pequeno atraso (1 a 3 μ seg) no sinal Y, a fim de tornar simultânea a sua chegada ao cinescópio com o sinal de croma. Este atraso artificial no sinal de luminância (figura 10) é necessário para se igualar ao atraso natural pelo qual o sinal de croma é sujeito ao atravessar os circuitos sintonizados de seu percurso. Já o delay de croma possui a finalidade de corrigir eletronicamente os eventuais erros de fase que surgem linha-a-linha devido às ca-



SUGADOR DE SOLDA Patenteado SS-15



- BEM MAIS LEVE
só 45 gramas
- MAIOR SEGURANÇA
- MAIOR VOLUME DE SUÇÃO
ARMÁVEL COM UMA MÃO SÓ

Imprescindível na remoção de qualquer componente da placa de circuito impresso. Deixa furos e terminais limpos para novas montagens.

FURADOR DE PLACAS

Fura com maior simplicidade e perfeição, placas de circuito impresso.



Manual
Mais fácil

do que grampear papel

SUPOORTE P/ PLACAS DE CIRCUITO IMPRESSO



REGULÁVEL

A 3ª MÃO

Mantém a placa firme, facilitando montagens, soldagens, consertos, testes, experiências, etc.

CETEKIT - LABORATÓRIO P/ CIRCUITO IMPRESSO

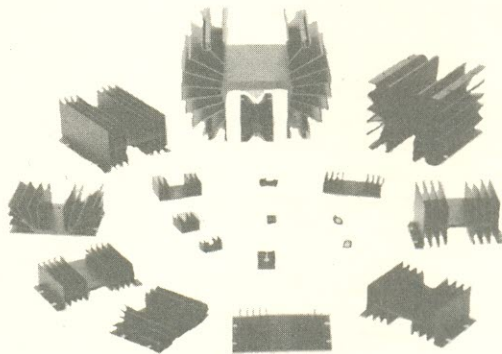
Composto de: cortador de placa - perfurador de placa - caneta com tinta - placa virgem - percloroeto de ferro - vasilhame p/ corrosão - instruções p/ uso.

GRÁTIS curso - Como Fazer uma Placa de Circuito Impresso.
Aos sábados - Centro de S. Paulo
Informações Tel.: 221-1728

CETEISA — Centro Técnico Indl. Sto Amaro Ltda
Rua Barão de Duprat, 312 - Sto Amaro - S. Paulo
Tels.: 548-4262 e 522-1384 - Cep. 04743

Extruded Heat Sinks

Meet Varied Thermal Packaging Needs



Brasele offers an expanding line of extruded heat sinks — more than 42 shapes now, more on the way.

We manufacture extrusions to your drawing and/or part number — at competitive prices.

Write for catalog:

Brasele Eletrônica Ltda.

Rua Major Rubens Florentino Vaz, 51/61
CP 11.173 (01000) - São Paulo - SP - Brasil
Telefones: (011) 814-3422 e (011) 212-6202
TELEX: (011) 37276 BRSE BR

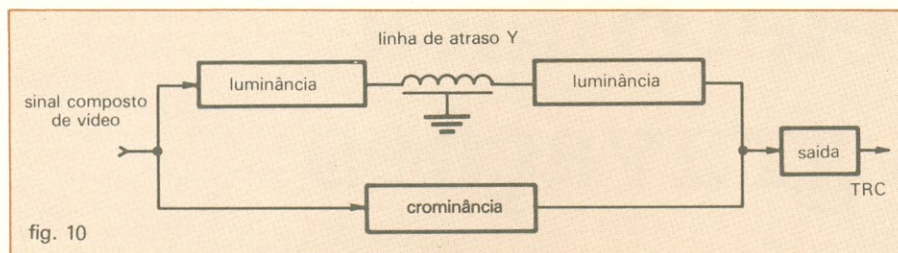


fig. 10

Localização da linha de atraso de luminância.

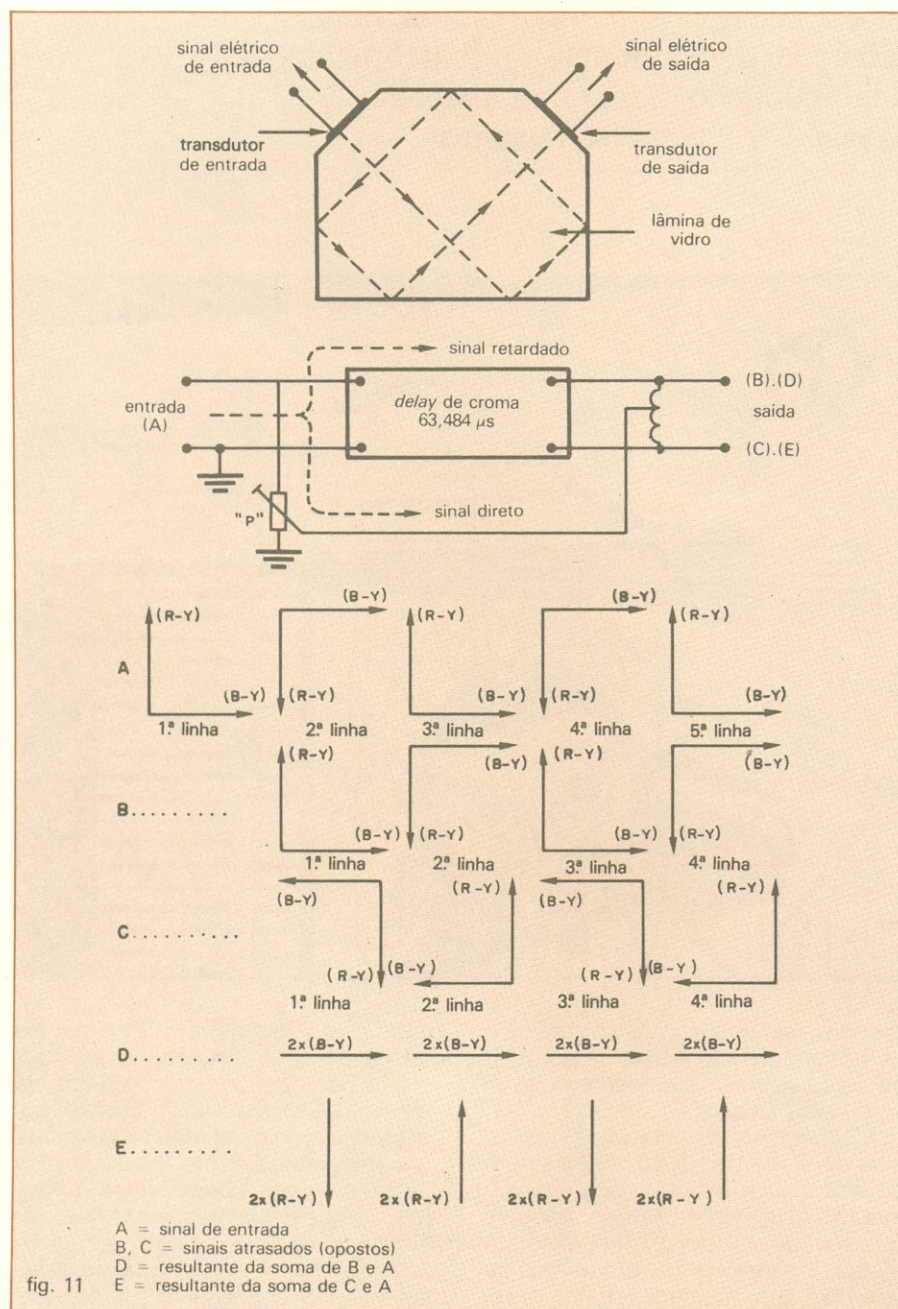


fig. 11

Processo de separação das componentes (R-Y) e (B-Y) em um receptor PAL.

racterísticas do sistema PAL. Para tanto, introduz um atraso ao sinal de croma exatamente de uma linha de varredura ($1H = 63,4 \mu\text{seg}$), fazendo com que as informações de croma se sobreponham, produzindo um cancelamento eletrônico dos erros de fase, como demonstra a figura 11. Quanto à construção física, esses dois componentes típicos de um TV em cores também diferem entre si: a linha de atraso de luminância é constituída basicamente por um enrolamento, adequado de forma a produzir capacitâncias distribuídas em torno de seu comprimento. Esse conjunto se comporta com uma linha de transmissão simulada, introduzindo o atraso necessário, sem provocar deformações no sinal. O *delay* de croma, por envolver períodos bem maiores de atraso, converte o sinal elétrico (de croma) em vibrações ultrassônicas que, ao atravessarem uma estrutura de vidro, sofrem o atraso necessário, quando são, então, reconvertidas para a forma de sinal elétrico.

Quais as diferenças existentes no circuito de saída horizontal de um TV P&B e de um TV em cores? - O princípio e a finalidade do circuito de deflexão horizontal é o mesmo, seja para o TV preto e branco ou para o TV em cores. Simplesmente, existe uma maior solicitação de energia no caso dos TVC e o motivo essencial é o maior consumo da corrente de MAT (corrente de feixe). O receptor de TV em cores utiliza, para gerar a alta tensão do cinescópio, cascatas de diodos/capacitores que duplicam (duplicador) ou triplicam (triplicador) o pulso fornecido pelo TSH, tornando a sua construção mais simples e segura. Outra particularidade dos TVC está na inclusão de um circuito para correção da distorção almofada (*pin-cushion*), constituído essencialmente por um tipo de transformador especial, que realiza uma interação entre as correntes de deflexão vertical e horizontal. Dada a maior capacidade de fornecimento de energia do circuito de MAT de um TVC (melhor impedância de saída), torna-se necessário um circuito de proteção visando não só o TSH como também o cinescópio tricromático, circuito este que limita a um valor máximo especificado (aproximadamente 1,2 mA) a corrente fornecida pelo MAT (limitador da corrente de feixe). ●

ANATOMIA DE UM
ESTÚDIO DE GRAVAÇÃO — 2ª PARTE

A eletrônica nas gravações

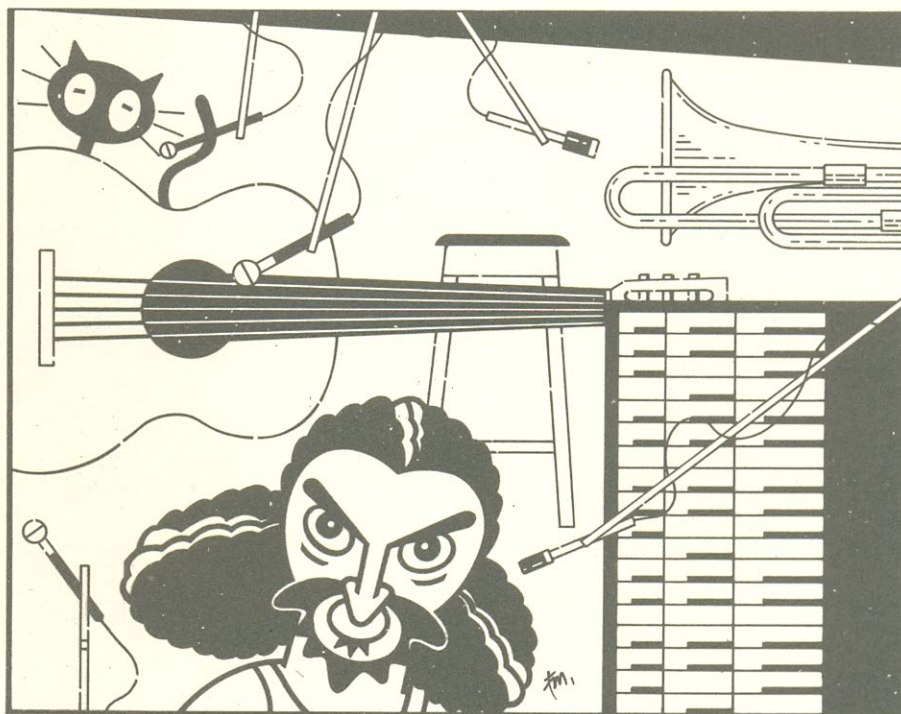
A estrutura e a acústica são importantes, mas o equipamento eletrônico desempenha um papel primordial num estúdio moderno. Saiba que aparelhos é preciso ter e como são usados

Na edição passada, vimos de maneira rápida as relações entre a arquitetura e a engenharia civil e mecânica envolvidas no projeto e construção de um estúdio de gravação. Agora, passaremos àquilo que se poderia chamar de “petiscos eletrônicos”, que são, obviamente, os equipamentos contidos dentro do estúdio.

Para se ter um idéia do valor do investimento feito pela Transamérica, a sua mesa de mixagem, uma *Harrison 48/32C*, tem um custo aproximado de 150 mil dólares e coloca seu estúdio no mesmo nível de similares estrangeiros, com a vantagem de oferecer um custo operacional razoavelmente mais baixo. Aliás, uma de suas idéias ao construir este estúdio, era exatamente atrair a atenção dos artistas que costumam gravar lá fora e também trazer artistas estrangeiros para cá.

Onde entra a eletrônica - Em um estúdio de gravação, a totalidade dos equipamentos em gravação e/ou processamento de sinais está concentrada na sala de controle e na sala de cópias — nesta em menor escala. Nas salas morta e isolada, encontramos apenas os monitores, saídas e entradas de sinal, que compreendem sinal para os fones de ouvido, entradas para microfones e instrumentos e para os monitores propriamente ditos.

Antes de continuar, é conveniente esclarecer o que seja “monitor”. Monitoração de um sinal de áudio (ou de vídeo) é o acompanhamento simultâ-



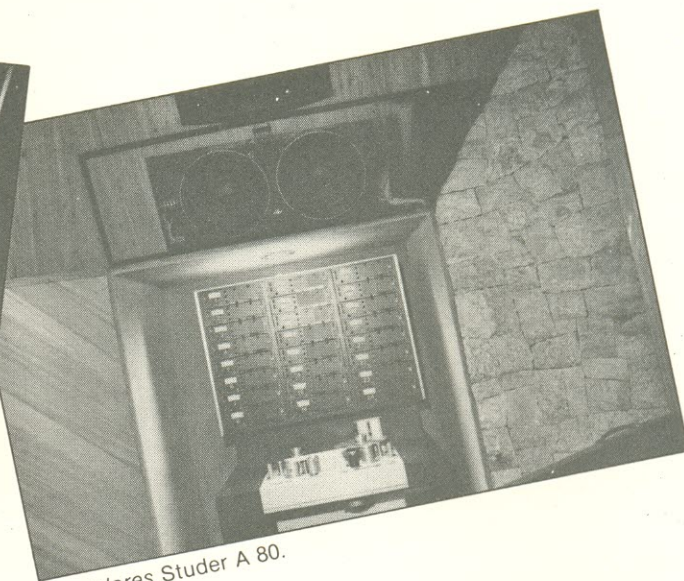
neo do sinal que está sendo gravado ou executado pelo artista, sozinho ou por aqueles que o acompanham, ao vivo ou em *playback*.

A operação de *playback* ocorre quando o artista se faz acompanhar de uma banda ou outro acompanhamento previamente gravado, enquanto executa sua parte. Um exemplo prático: na maioria dos programas de televisão, é comum que artistas de renome ou não dublem a si mesmos. Para isso, é entregue à técnica do pro-

grama uma fita com a música que ele deseja executar, usualmente seu “sucesso” do momento. No instante da apresentação, a técnica põe o *tape* para tocar e todo o trabalho que o artista tem é executar uns passos de dança e gesticular com a boca ou instrumentos. Como resultado, que não deve ser surpresa, na maior parte das vezes seu desempenho ao vivo fica a desejar; os que conseguem, muito raramente aparecem na TV e quando o fazem é em programas classificados



Mesa de som Harrison 48/32 C — o sistema nervoso do estúdio.



Gravadores Studer A 80.

como *underground* (ou “udigrudi”, em tupiniquim).

Voltando aos equipamentos, vamos inicialmente dar a lista completa e depois então descrevê-los individualmente:

- Console de mixagem/gravação Harrison 48/32C, com automação Harrison-Autoset 864;
- Máquinas Studer A-80 de 24 canais, sincronizadas por uma unidade Studer TLS 2000;
- Máquina Studer A-80 de 2 canais, gravação do master;
- Monitores Westlake e Auratone (técnica) e JBL (salas isolada e morta);
- Amplificador Studer A-68 (100 Wrms/canal) em número de 5;
- Equalizadores White (técnica);
- Digital Reverberation System EMT 251;
- Reverb foil EMT 240;
- Harmonizer H 949 Eventide;
- Digital Delay M 92 Lexicon;
- Gain Brain 700 Allison Research (16);
- Kepex 500 Allison Research (16);
- Urei 1176 LN Peak Limiter (2);
- Equalizador paramétrico Orban;
- Noise Filter EMT 258 (6);
- Limiter Compressor EMT 261 (6);
- Filter Limiter EMT 260 (4);
- PDM Compressor EMT 156.

O rack Scamp marca Audio & Design contém:

- Expander Gate F-300 (6);
- Compressor/Limiter S-01 (3);
- Led Display S-14;
- ADT time shape module S-24;
- Dynamic Noise Filters S-05 e S-06;
- Octave Equalizer S-04;

— Sweep Equalizer S-03;

— Sistemas de redução de ruído Dolby A (48 canais) e Dolby 361 (2 canais).

Nota: O rack Scamp nada mais é que um bastidor, abrigando equipamentos que podem ser repentinamente solicitados durante a operação do estúdio, sem fazer-se grandes alterações em ligações.

A hierarquia no equipamento - Os equipamentos citados podem ser divididos em três categorias: **básicos, auxiliares e acessórios**. Mas é melhor definir primeiro cada uma dessas categorias. Como equipamento básico enquadraremos aqueles aparelhos imprescindíveis para a operação do estúdio, sem os quais ele não poderia funcionar; inclui o console de mixagem, microfones, monitores, amplificadores e, naturalmente, gravadores. Auxiliares são os que vêm a facilitar ou melhorar a atuação dos equipamentos básicos; aí estão enquadrados limitadores de pico, divisores de frequência e processadores de sinal, tal como equalizadores, redutores de ruído, compressores, câmaras de eco ou reverberadores — sejam eletrônicos ou mecânicos.

Finalmente, os acessórios. São instrumentos através dos quais podemos induzir grandes alterações nos sinais a serem gravados, mudando características como forma da onda, tempo de duração, timbre e por aí a fora.

Para que o leitor tenha uma idéia, embora superficial, do que é possível

fazer com esses acessórios, um dos técnicos revelou que uma certa cantora, famosa por sua voz rasgada e interpretações dramáticas (além do número de seu sapato), não dá a mínima importância à afinação da voz ou ao acompanhamento musical, algo que se aproxima daquilo que se chama de **paralelismo da música** - ou seja, cantor e acompanhamento nunca se encontram.

Então, o que se faz em suas gravações? A famosa cantora registra sua voz com um acompanhamento simples — violão, por exemplo; registro feito, os técnicos passam a tratar eletronicamente o material gravado, afinando e sincronizando-o com o acompanhamento completo, orquestra ou banda, de maneira a obter um resultado satisfatório aos ouvidos.

Se o leitor está curioso, é dessa maneira que acabam surgindo “artistas” que, sem estas pequenas mágicas, sequer fariam sombra àquela personagem do filme *Fantasma do Paraíso*, que assombra o teatro; lembram-se? Quem sabe, eis aí outro motivo para o forte uso do *playback* em televisão. Depois de toda esta conversa, é bom voltarmos ao que move nosso artigo.

Uso dos aparelhos - A mesa Harrison 48/32C (com automação Harrison Autoset 864) é um console de gravação/mixagem formado por um conjunto de pré-amplificadores de linha para os sinais de entrada, que comandam individualmente, e um segundo grupo que controla o nível de saída geral dos

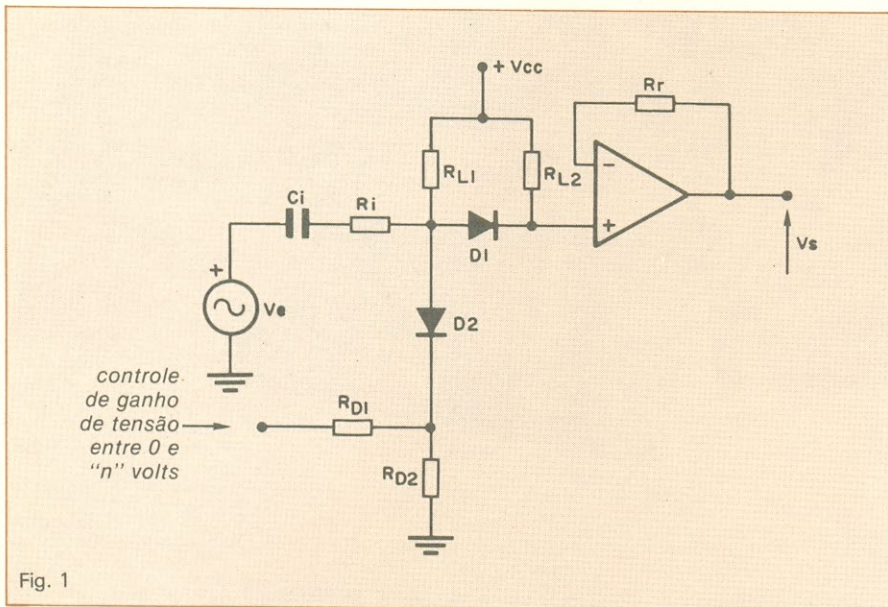


Fig. 1

Esquema simplificado do VCA adotado no fader da mesa de mixagem/gravação.

demais, enviando os sinais para os gravadores e/ou monitores da técnica ou estúdios.

Os primeiros consoles tinham de dois a três canais de entrada e um de saída, o que correspondia à configuração clássica de colocar o artista principal num dos canais, noutro o acompanhamento e no terceiro os "temperos", como arranjos de cordas, metais etc. Deste ponto, evoluíram para oito canais, nas décadas de 50 e 60, para 16 canais um pouco mais tarde, chegando atualmente até 64 canais. Essa multiplicação tem como vantagem aumentar a versatilidade das gravações, uma vez que é possível dedicar um maior número de canais para um determinado instrumento, melhorando com isso a naturalidade de seu som.

Imagine, por exemplo, uma bateria composta de dois pratos, um bumbo e uma caixa; anteriormente, numa gravação em três canais, todo o conjunto era captado por um único microfone, havendo certas distorções no som original, pois um determinado elemento sempre irá sobressair dos demais por ter, digamos, uma maior eficiência. Com mais canais de entrada, podemos dedicar um microfone para cada elemento integrante dessa bateria e depois ajustar o nível entre eles a nosso gosto, deixando todos com a mesma intensidade ou um elemento propositalmente destacado.

O aumento do número de canais, embora melhorando a qualidade de

som, trouxe alguns problemas para o técnico. Nas fotos, pode-se avaliar o tamanho físico da mesa Harrison de 32 canais; seria quase impossível para uma única pessoa controlar simultaneamente todos os botões e *displays*. Para isso tornar-se possível, foram acrescentados recursos que no fim facilitem a operação da mesa. Um desses recursos faz com que se agrupe um determinado número de entradas (canais) sob o controle de um único comando. Nessa situação, o nível de entrada de todos os canais controlados será idêntico e feito de uma só vez, por um só comando.

Ao gravar-se um naipe de metais, pode-se colocar cada instrumento em um canal independente, controlando-os todos através de um só *fader* (atenuador), pois o que interessa aqui é que todos tenham o mesmo nível relativo. Um segundo tipo de agrupamento pode ser feito através daquilo que se chama de *sub-master*, que representa, a grosso modo, uma mesa de menor capacidade.

Em um determinado grupo de instrumentos, deve-se dar um certo destaque a um ou dois deles, mantendo os outros um pouco mais baixos; ao mesmo tempo, todo o agrupamento deve diminuir ou aumentar seu nível relativo, simultaneamente, em relação aos demais canais. Assim, através do *sub-master* é feita essa operação. O ajuste de cada instrumento ou voz é feito antes dos demais e, uma vez ob-

tido, é "amarrado" ao controle *master* e podem ser iniciados outros agrupamentos de canais ou não.

A Harrison existente no estúdio da Transamérica está montada na configuração de 32 canais, sendo possível sua ampliação até 48, mediante a instalação de mais 16 módulos de entrada/saída. Essas régulas (outro nome para os módulos) servem simultaneamente para controlar o nível do sinal de entrada e amplificá-lo para o gravador multipistas. Sua configuração básica compreende 5 blocos distintos: entrada; saída; processamento ou controle do sinal; *summing bus driver*; e excitador pré de linha.

Os estágios de entrada recebem os sinais de suas fontes e os enviam para um seletor de entrada, que pode ser o pré-amplificador de microfone, retorno de linha ou retorno do *patch* — que é o meio de acesso aos vários processadores de sinais, filtros ou simplesmente retornos. Já os sinais de saída são enviados diretamente aos monitores ou gravadores e alimentam o *patch*.

Os *summing bus drivers* recebem seu sinal dos seletores e têm a função de executar algum tipo de controle sobre estes, como *panning*, que é o posicionamento de um sinal mono dentro de um campo de sensação estéreo — algo assim, por exemplo, como aquela torneira pingando à sua direita enquanto você ouve todo o ruído de uma cozinha a seu redor. E, finalmente, o



Sincronizador TLS 2000 (na frente) e rack scamp (ao fundo).

endereçamento do sinal para mixagem ou *panning*. Os comandos envolvidos nesse bloco são o endereçamento de pista nos gravadores, *panning*, *eco* e *cueing* (monitoração do sinal).

Por fim, o bloco dos excitadores de linha engloba as funções de combinação ativa entre os vários módulos de entrada/saída e origem para o sinal de monitoração. Através desse bloco, o sinal é recebido na forma de corrente elétrica e entregue na saída normalizado em tensão e corrente.

Existem para cada módulo de entrada/saída dois pontos associados, um à entrada da seção equalizadora e outro à saída do equalizador, entrada do *fader*. O sinal nesses pontos também é normalizado e entre os mesmos são conectados os diferentes processadores de sinal.

Organizando-se os diferentes blocos existentes em cada régua, teremos a seguinte lista:

- **Multitrack Assignment** - responsável pela distribuição do sinal de saída para *panning* ou blocos de endereçamento de sinal.

- **Amplificador de microfone e linha** - o primeiro é do tipo sem transformador e fornece também alimentação para os microfones. O amplificador de linha fornece o sinal para o retorno da máquina e monitor.

- **Equalizadores e filtros** - um equalizador paramétrico de quatro bandas - agudos, médios-agudos, médios-graves e graves - permite a variação de frequência e alcance de atenuação. Os filtros são tipo passa-altas e baixas, paramétricos. Por escolha do técnico, esses filtros e equalizadores podem atuar ou não sobre o sinal.

- **Atenuador VCA (*fader*)** - ao contrário da maioria dos atenuadores, que emprega ou não um potenciômetro de precisão à saída ou entrada de um circuito de ganho, o atenuador usado pela *Harrison* trata-se de um dispositivo controlado por tensão (VCA). Na figura 1, vemos um esquema aproximado e simplificado daquele empregado no *fader*. O amplificador controlado por tensão, conhecido também como "multiplicador variável de transcondutância", tem sua saída proporcional ao produto de dois sinais de entrada.

A multiplicação ocorre devido à dependência da condução de corrente nos diodos em relação à corrente de polarização do circuito, que acaba sendo obtida através do controle de ganho CC. Como passa a existir uma



independência do atenuador do canal (pois o sinal que controla o dispositivo pode vir de qualquer outra fonte CC), passam a ser possíveis inúmeras combinações entre os vários canais da mesa e todo o sistema torna-se compatível com a operação por meio de automações — ou seja, microprocessadores.

- **Bloco de monitoração** - este bloco atua como responsável pela audição dos gravadores multipistas ou das saídas da mesa. Por meio de chaveamento pode-se ter os seguintes recursos:

- **Solo** - faz com que qualquer sinal associado ao módulo seja sobreposto aos demais;

- **Fix** - desativa o potenciômetro do

monitor, deixando-o com seu nível nominal do *fader*;

- **Mute** - silencia o monitor ou o módulo.

- **Envios de eco** - são dois blocos por módulo, que se encarregam de desviar o sinal aos processadores, permitindo controlar seu nível relativo individualmente. O sinal pode ser retirado antes ou depois do estágio de *cueing*.

- **Quad Panning** - localiza um determinado sinal, em torno do ouvinte, em um ponto determinado à frente, atrás, direita ou esquerda e determina também o centro da gravação para estéreo ou quadrifônico, além da compatibilidade entre estas ou para o modo monoaural.

- **Module Status** - uma vez que os vários estágios dos módulos operam tanto para entrada como saída do sinal e não possuem interconexão direta entre si, mas sim através de um bloco de chaveamento, torna-se possível uma grande flexibilidade dos controles. O bloco de chaveamento está sujeito a dois status operacionais, A e B, que por sua vez são controlados por dois grupamentos de quatro seletores mestres — *Master Module Status Command*. Dessa maneira, existem quatro caminhos independentes para o sinal por status operacional.

No status A pode-se obter as seguintes rotas para o sinal: fonte retorno, retorno e novamente fonte. No sta-

As "transas" da Transamérica

Não são poucas: o ponto de partida, uma emissora de rádio em São Paulo, abriu caminho para novas investidas; a Transamérica partiu Brasil a fora, criando as emissoras de Recife, Salvador, Brasília, Curitiba e Rio de Janeiro, transformando-se assim em rede com mais 25 afiliadas que compõem sua programação.

Em 1967, outra transa: os estúdios de gravação no Rio de Janeiro, que vinham suprir a necessidade do mercado nacional por estúdios de melhor qualidade. Com um olho no futuro nasceu a transa mais requintada e sofisticada da Transamérica: os estúdios de gravação em São Paulo, a grande ambição da empresa.

A proposta arrojada de chegar antes, pois o mercado vai exigir

um estúdio deste porte, é também a tentativa de inverter a tendência atual do músico brasileiro em gravar no exterior. Ao invés disto, ele permanece no Brasil e quem vem são os estrangeiros, que encontram qualidade tão boa ou superior aos estúdios internacionais, além de custos mais baixos.

Outra transa da rede são as copiagens de fitas para gravadoras, igrejas e cursos de línguas, além do lançamento de sua marca em fitas cassete virgens. Pelo equipamento que possui — sempre atualizado — a rede tem tudo para incorporar uma gravadora. Possivelmente, a próxima transa da Transamérica.

Silvia Moock



Processador Harrison Autoset 864.

tus B tem-se dois comandos de monitor e dois de mixagem. Ambos os status operam pareados, permitindo que um módulo se encarregue de monitorar o sinal da fonte no estado A enquanto no B o mesmo módulo se encarrega de encaminhar o sinal para a mixagem. Com esse tipo de recurso, é possível manter acoplados à mesa dois tipos de programas, que podem ser utilizados sem que haja alteração nas ligações externas ao console.

As quatro configurações básicas desses status são *source monitor*, que monitora a fonte do sinal; *return monitor*, que monitora o sinal na saída do módulo para os gravadores e simultaneamente envia o sinal para os medidores de nível (VUs do tipo *bar-graph*); *return mix* que, ao invés de captar o sinal da fonte original, retira-o do gravador e o envia para o processo de mixagem; e *source mix*, que numa gravação ao vivo possibilita que se estabeleçam os níveis para a mixagem e, se houver uma automação acoplada ao console, ela possibilitará que se faça a gravação do sinal mixado e simultaneamente o mesmo sinal seja registrado nos multipistas, com os níveis determinados anteriormente.

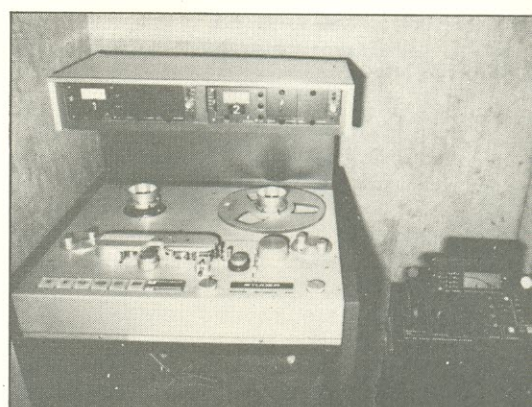
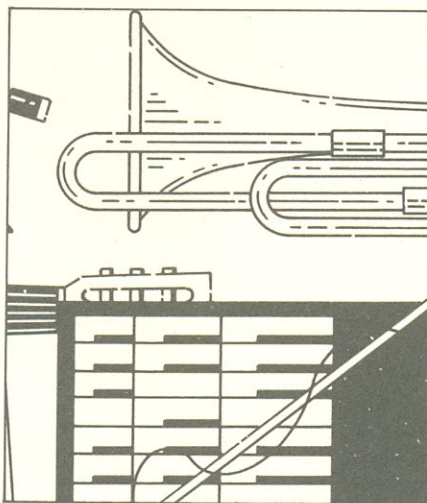
Outros módulos - Além dos módulos de entrada/saída de sinal, o console compreende ainda os de comunicação, módulo de *master* de grupo, módulo de monitor da sala de controle e monitor do estúdio, blocos de medidores de nível e o chamado *patch bay*.

O módulo de comunicação compreende as seguintes seções: controle de pico dos medidores, que seleciona qualquer nível de pico entre +4 e +19 dB ou desativa o mesmo, fazen-

do-o detectar níveis de pico a 0 dB (ref. 0,775 V); chaveamento liga/desliga da alimentação fantasma dos microfones acoplados aos módulos; chaveamento dos medidores para VU ou PPM — comando mestre, pois a escolha pode ser feita individualmente nos módulos; oscilador de teste, que gera frequências entre 20 e 20 mil hertz, em níveis de saída de -70 dB a +10 dB, empregado também para o alinhamento dos gravadores; gerador de ruído rosa, para verificação da equalização dos monitores; microfone para intercomunicação entre técnica e estúdios; e, finalmente, o *Slate System*, que gera um tom de 30 Hz para ser registrado na fita e facilitará a identificação de um início de tomada, durante a bobinagem da fita.

O módulo de mestre de grupo passa a controlar as seções de retorno de eco; os blocos de chaveamento, para a escolha de status dos módulos *master*; os controles, à programação da automação; o seletor de entrada de linha B, que permite o acoplamento de uma segunda máquina de gravação, sem alteração das ligações externas; o atenuador mestre do grupo, que controla o nível geral do bloco; o chaveamento de status da programação, que permite escolher o modo pelo qual irá atuar a automação, segundo controle do operador ou do automático, via programação da automação e indicadores de anulamento (*null lights*) da posição dos *faders*.

Toda a operação de monitoração do sinal, dentro da técnica ou no estúdio, é controlada através de dois módulos distintos, que compreendem um estágio de detecção de fase do sinal, que



Visão do gravador master.

analisa as relações entre as fases nas saídas estéreo ou quadrifônicas; um seletor de medidores, que permite monitorar, via medidores, os sinais nas saídas de mixagem, retorno de áudio para os estúdios, *cue* ou envios de eco; uma seleção de fontes de monitoração, que permite escolher, como fonte do sinal: quatro gravadores monoaurais ou estéreo; dois gravadores quadrifônicos; trilhas de um multipistas escolhido; blocos de *cueing* estéreo; blocos de envio de eco n.º 1A, 1B, 2A e 2B; mixagem estéreo ou quadrifônica; um seletor de modo do monitor, com três posições (mono, estéreo ou quad) e, como último estágio, o controle de volume do monitor para o estúdio e para a técnica.

O *patch-bay* é um bloco de terminais num dos extremos da mesa que, por meio de cabos, permite fazer alterações entre as ligações originais dos vários recursos da mesa e outros processadores externos. Assemelha-se em muito àquelas mesas telefônicas operadas manualmente, onde as várias ligações eram completadas entre si, conectando-se cabos aqui e ali.

Máquinas Studer A-80 - Estes gravadores não diferem em muito dos modelos de rolo existentes no mercado. As diferenças básicas são o tamanho das cabeças de apagamento, gravação e reprodução, que nas máquinas de 24 canais tem 2 polegadas de largura e as velocidades de operação, 15 e 30 polegadas por segundo. A exemplo dos gravadores mais "comuns", são dotadas de três motores, dois acionando o bobinamento e o rebobinamento lento ou rápido da fita e um dedicado somente à tração da fita, du-

rante as operações de gravação e reprodução.

Essas máquinas também podem ser vistas nas fotos. Repare nos conjuntos de VUs, logo acima da mesa onde está situada a fita. Existem, para cada máquina, 24 circuitos responsáveis pelo ajuste individual de cada pista, das tensões e correntes de polarização e equalização. Esses gravadores operam no sistema padrão-escravo; por meio da unidade de sincronismo TLS2000, uma das máquinas registra alguns sinais padrão e os envia para a outra. A partir disso, durante a operação, são constantemente comparados, corrigindo velocidade e outros parâmetros.

Essas unidades de sincronismo permitem que se opere ambas as máquinas em várias funções, como ligar/desligar as pistas desejadas para gravação, a partir de um só controle. A máquina de dois canais está ligada diretamente à saída da mixagem do console, enquanto as outras são aco-

pladas diretamente aos módulos de entrada/saída da mesa. No geral, esta máquina estéreo é idêntica às outras e funciona de modo análogo aos gravadores estéreo comuns, a despeito de seu tamanho e características técnicas.

Caixas e amplificadores - Na sala de controle existem dois pares de monitores, um localizado distante da mesa e responsável pelo nível normal de audição dentro da sala, que é por volta de 80 dB SPL. Esses monitores são *Westlake* de três canais, híbridos no que diz respeito à rede de separação de frequências — a divisão entre a faixa de graves e o resto do espectro, médios e agudos, é feita eletronicamente, sendo destinado a cada canal um amplificador *Studer A-68*, com 100 WRMS de potência. A separação entre médios e agudos é feita de modo passivo, alimentando um *tweeter* e um falante de médios.

Na foto vê-se os falantes de graves de 12 polegadas, entre eles a unidade de agudos e, logo acima, percebe-se a corneta de médios. Os outros monitores, da marca *Auratone* e localizados sobre o console, têm função mais humilde: servem para dar ao técnico uma referência, durante a equalização dos controles, de como a mixagem final irá soar em um sistema doméstico, que não goza das facilidades obtidas pelos *Westlake* dentro da sala de controle.

Os equipamentos auxiliares - A separação entre equipamentos auxiliares e acessórios é bastante sutil, mas iremos considerar como "auxiliares" aqueles que são necessários para corrigir os sinais, tornando-os aceitáveis para os equipamentos, a gravação e a audição. Como "acessórios" enquadramos os equipamentos responsáveis pelas "mágicas" que ocorrem dentro da técnica.



IGEATEL
Industrial Ltda.

LINHA COMPLETA DE ARMÁRIOS DE DISTRIBUIÇÃO DE REDES, HOMOLOGADOS PELA TELEBRÁS, E ARMÁRIOS ESPECIAIS EM ALUMÍNIO OU AÇO, ALÉM DE BASTIDORES (RACK).

SUB-BASTIDORES
IGP — 19
IGP — X/O

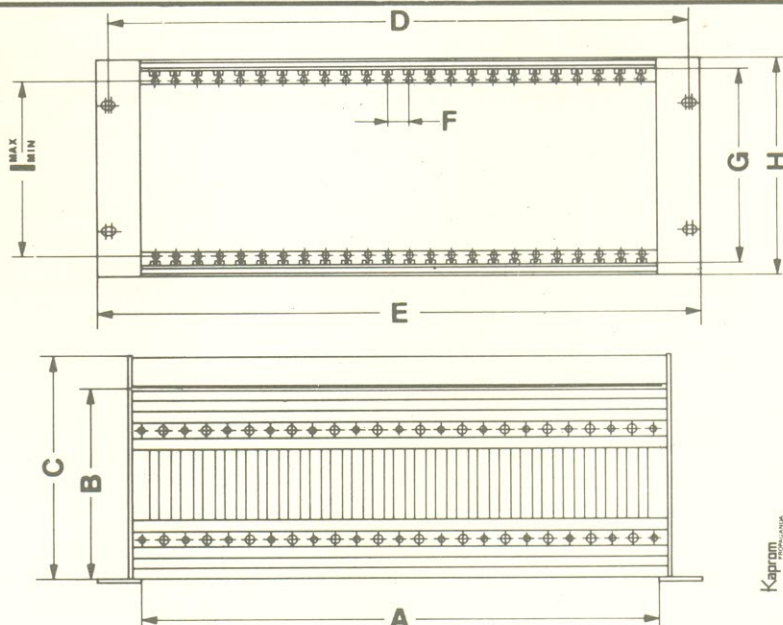


AGORA VOCÊ
TEM OPÇÃO DE ESCOLHA

NO SUB-BASTIDOR IGP-X/O AS DIMENSÕES A, B, C, D, E, F, G, H, I e J SÃO DEFINIDAS PELO CLIENTE. O IGP-X/O, FOGE DOS PADRÕES E SE ADAPTA EXCLUSIVAMENTE A SEU PRODUTO, PERSONIFICANDO-O.

OS SUB-BASTIDORES IGP-19, SÃO FABRICADOS EM 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 OU MAIS "U", COM PROFUNDIDADE STANDARD, DUPLA OU VARIÁVEL. PASSO "F", 17,2 mm PODENDO VARIAR, COM TRILHOS INDIVIDUAIS, E SÃO FABRICADOS EM POLIPROPILENO EXTRA-SÓLIDO.

ESTRUTURA DE PERFIL ESPECIAL DE ALUMÍNIO ANODIZADO COM RANHURAS PARA COLOCAÇÃO DE PORCAS DE FIXAÇÃO. LATERAIS E ALÇAS, TAMBÉM DE ALUMÍNIO ANODIZADO, PARAFUSOS DE LATÃO CROMADO E RÉGUA DOS CONECTORES DE AÇO INOX.



CONSULTE-NOS, FORNECEREMOS CATÁLOGOS E TODAS AS INFORMAÇÕES TÉCNICAS NECESSÁRIAS A SEU CASO. BOA QUALIDADE E A BAIXO CUSTO.

IGEATEL Industrial Ltda.
Av. Marechal Arthur da Costa e Silva, 1080-2
Fone (0194) 41-4309 — Telex 019-2123 — Cx. P. 364
LIMEIRA — SÃO PAULO — BRASIL

Começando pelos equalizadores, são utilizados dois tipos: paramétricos e "gráficos". Estes são empregados na correção de certas deficiências que por ventura possam surgir durante a gravação ou mixagem, como o material que está sendo registrado ou trabalhado. Já os paramétricos são utilizados para corrigir problemas em faixas específicas do espectro do sinal, pois permitem variar a frequência central da banda — o seu fator de mérito, isto é, a largura da faixa do filtro, além do ganho ou atenuação dessas faixas. São dois os equalizadores paramétricos: *Orban* e o *S-04*; o gráfico é o *S-07*.

Em seguida, temos os limitadores do sinal. Existem vários deles, os quais têm uso específico para vozes ou instrumentos ou, ainda, para criar efeitos especiais na gravação. Conforme as características tonais dos ins-

eliminar sibilâncias. Atua em picos de energia alta mas com curta duração e somente numa faixa muito estreita de frequências.

Os filtros de ruído, por sua vez, são destinados tanto para suprimir o ruído das fitas como dos instrumentos (ruídos de fundo):

— *Dolby A* - É um bloco composto por 48 módulos *Dolby*, um para cada canal das máquinas de gravação (que são 48, no total). O *Dolby A* funciona dividindo o espectro de áudio em quatro bandas: graves, médios-graves, médios-agudos e agudos. Comprimito durante a gravação os sinais de nível muito baixo, expande-os depois na reprodução, a uma taxa maior que a compressão; isto faz que, no final, o ruído seja bastante atenuado.

— *Dolby 361* - Está acoplado no gravador responsável pela elaboração do *master*, ou seja, a gravação/mixagem

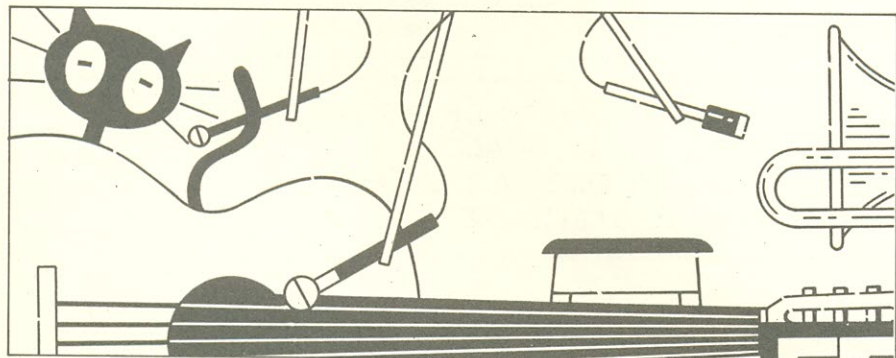
mentos se destinava um microfone e como não existisse separação física entre eles, era inevitável que um microfone captasse o som do outro instrumento que não o seu. Com o *Kepex-500*, somente ao acionar-se o instrumento específico de um microfone é que este irá funcionar, captando um máximo de sinais de seu instrumento e um mínimo dos outros, reduzindo em grande parte os chamados "vazamentos".

Os acessórios - São incluídos dentro desta categoria câmaras de eco, *harmonizers* e outros aparelhos. Em certas ocasiões, é necessário criar uma impressão de espacialidade um pouco mais forte para um certo instrumento ou voz. Nos velhos tempos, tal função era específica das chamadas câmaras de eco "natural", grandes compartimentos de superfície bastante refletora, dotados de um microfone e um falante; variando-se a posição do microfone dentro da sala, obtinha-se um tempo de reverberação ou eco maior ou menor. Com o desenvolvimento da eletrônica, tornou-se possível simular esses efeitos, sem recorrer à realimentação do sinal através do circuito de gravação ou mesmo a câmaras de eco.

Atualmente, pode-se obter reverberação através de câmaras mecânicas ou totalmente eletrônicas, muito embora um ouvido educado possa perceber diferenças entre reverberação natural, mecânica e eletrônica. Devido a problemas de espaço, poucos são os estúdios que ainda apresentam câmaras de eco natural, especificamente construídas para este fim.

Dentro do estúdio vamos encontrar um sistema de reverberação digital *EMT 251* e um mecânico, o *Reverb Foil EMT 240*, além de um atraso digital *M92 Lexicon*. Este último aparelho, além de induzir reverberação, possibilita vários outros efeitos sobre o sinal; assim, por exemplo, após atrasar uma determinada frase, permite que as últimas palavras ou sílabas sejam repetidas indefinidamente. Os aparelhos com uso específico para efeitos são:

— *Gain Brain 700 Allison Research* - é um compressor-expansor-modulador, que permite melhorar a linearidade de um determinado sinal, dentro de certas características pré-determinadas. Veja o gráfico A da figura 2;



trumentos, os meios de tratar seus picos são distintos; dessa forma, para limitar os sinais enviados por um baixo, emprega-se um certo limitador; para bateria, outro; e voz, outro ainda. A utilidade básica desses limitadores de sinal é evitar saturação dos circuitos ou das fitas:

— *Urei 1176* - de uso geral, é utilizado na gravação do *master*. Mantendo dentro dos níveis aceitáveis os *fortísimos* do material que está sendo registrado;

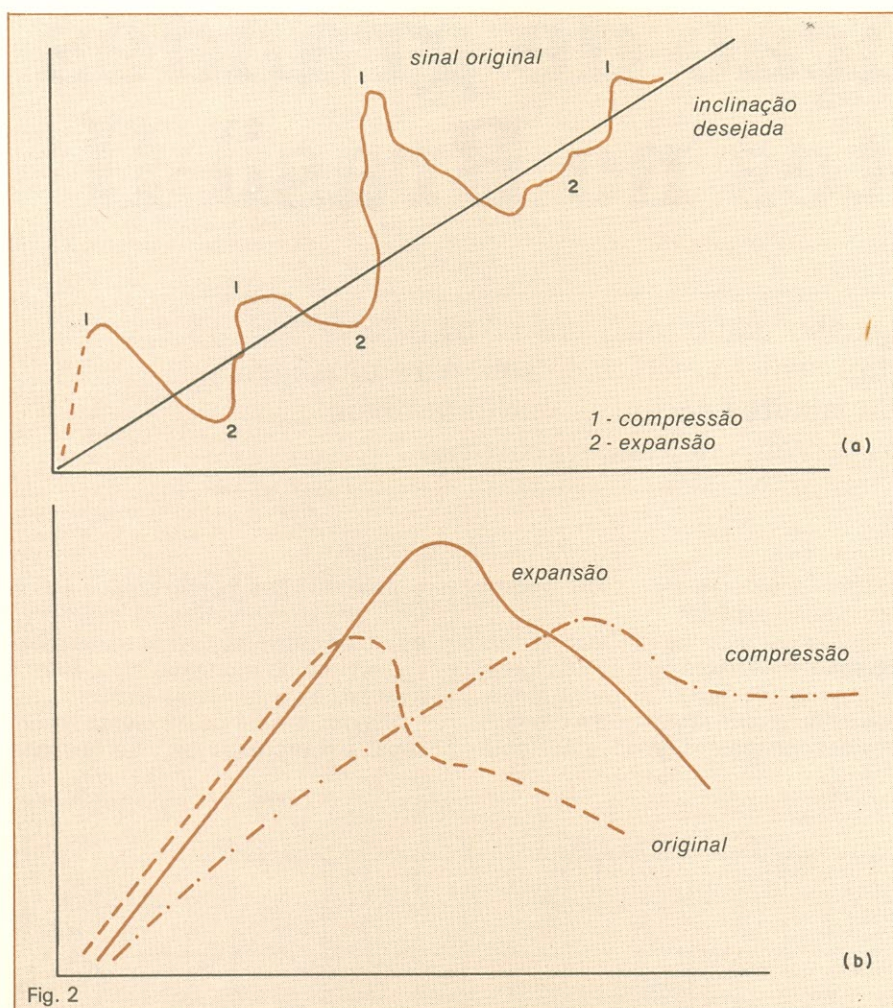
— *EMT 261* - basicamente, trata-se de um compressor que, além de limitar os picos, controla também a modulação. Destina-se a instrumentos cujos picos tenham duração relativamente longa, como baixo ou vozes. Em suma, para situações onde os picos tenham muita energia e esta demore a dissipar-se;

— *EMT 260* - funciona analogamente a um compressor, mas destina-se a

final, sendo compatível com o *Dolby B* "doméstico".

Certos instrumentos, como guitarras, baixos elétricos e órgãos eletrônicos, geralmente envolvem um uso muito grande de dispositivos destinados a dar efeitos em seu sinal — as chamadas pedaleiras, como *phaser*, *flangers* e outros. Tais dispositivos acabam por gerar um ruído de fundo bastante alto, para o qual é utilizado o *Noise Filter EMT 258*; por meio da variação do tempo de ataque e taxa de compressão, consegue-se uma redução considerável desse tipo de ruído.

O *Kepex 500-Noise Gate* destina-se ao chaveamento de microfones, tornando possível evitar a captação do som destinado a outros microfones. Basicamente, é empregado nos microfones de bateria. Lembra-se daquela nossa bateria descrita anteriormente? Era composta por dois pratos, caixa e bumbo; a cada um destes instru-



Gráficos característicos de dois compressores-expansores-moduladores empregados no estúdio. Em (a), a compressão/expansão simples; e em (b), com ajustes individuais para cada função.

ponsável pelas mágicas de estúdios. Por meio dele, pode-se variar o *pitch* (altura) do material a ser gravado, alterando, por exemplo, a afirmação de um instrumento ou voz ou criando a sensação de um coro a partir de uma única voz (esse mesmo coro pode apresentar várias classes de vozes, usando-se o recurso anterior); provocando destaque de um certo instrumento, criando uma aura a seu redor, sem alterar características originais; dando maior espacialidade ao material a ser registrado; e mudando timbres, fazendo até mesmo Maria Alcina cantar com a voz de Tetê Espíndola. Todos esses efeitos são puramente eletrônicos.

— **PDM EMT 156** - outro compressor expansor-limitador com a diferença de possuir ajustes individuais para cada uma dessas funções (veja o gráfico

da figura 2). O sinal é expandido com uma taxa de 2,5 vezes e um tempo de ataque "X"; logo após, é comprimido com uma taxa de 1,2 e tempo de ataque "X Y", causando uma certa elongação do sinal e mudando com isso certas características do mesmo.

Supondo que o sinal fosse a palavra "Alô", ao sofrer a primeira operação passaria a ser "aaaallôôô" e, na segunda, "aaâlôô".

O *rack Scamp* repete alguns dispositivos e controles existentes no console e periféricos:

— **Expander Gate F-300** - expansor que funciona em determinadas ocasiões, ampliando apenas uma parte específica do espectro;

— **ADT Time Shape S-24** - atua sobre a forma do sinal, modulando-o em função do tempo;

— **Dynamic Noise Filters S-05 e S-06** -

filtros de ruído, de funcionamento análogo ao DNL da Philips. A partir de uma determinada frequência e nível de tensão, o circuito passa a atenuar os sinais de nível abaixo da referência e cujas frequências sejam erráticas - o ruído.

Chegou a vez do único acessório que não atua diretamente no sinal, mas sim sobre os controles do console. É a automação *Harrison AutoSet 864*. Consiste em um microprocessador que pode atuar diretamente nos vários estágios de console que utilizem VCAs em seus circuitos. Como os *faders*, são controlados por tensões OC; através de um conversor analógico-digital pode-se transformar o sinal de controle em um código binário, que pode ser armazenado pelo processador. Com isso, tecendo-se uma série de números, o processador irá realizar uma conversão para analógico e aplicará o sinal sobre os terminais dos *faders*, nos vários módulos do console, substituindo uma operação manual por outra totalmente automática. Esses códigos serão armazenados, possibilitando que a mesma mixagem seja obtida mais tarde, sem grandes preocupações ou trabalho.

Uma característica dessa programação é o fato de ser dinâmica; assim, se durante o processo de ajuste de níveis para mixagem, ou mesmo para o registro nos gravadores multipistas, o nível de um determinado canal for variado, essa informação será registrada, podendo ser repetida automaticamente sem a interferência do operador. Em suma, toda a operação de gravar e misturar poderá ser feita sem a presença do operador. Um outro recurso do *AutoSet* é o armazenamento de várias condições de mixagem diferentes, a fim de realizar uma comparação simultânea de todas elas.

A automação controla ainda os vários *status* de funcionamento da mesa, podendo designar quais os módulos serão empregados como monitores de linha ou fonte de sinal, grupos de *master* e por aí a fora. Por enquanto, as únicas operações não passíveis de controle são aquelas de equalização e alteração das ligações através do *patch bay*. Como última vantagem, toda a operação de gravação e mixagem pode ser controlada remotamente, apenas por meio de um terminal de computador, colocado distante da sala de controle. Sobre este dispositivo veremos um artigo mais detalhado futuramente. ●

Sonorização de grandes ambientes no Brasil-II

O autor já abordou o tema nos n.º 34 e 35 e volta agora com um projeto inédito de som para uma igreja, empregando falantes nacionais. Inclui também novos projetos de caixas acústicas

- Igreja Batista?
- Cláudio César Dias Baptista?
- Será o autor um membro da Igreja Batista?

Todas estas são perguntas cabíveis, principalmente levando-se em consideração o conteúdo místico dos

artigos anteriores de CCDB. Faz-se necessário explicar.

CCDB crê e confia no Deus de seu coração, mas não é membro da Igreja Batista ou de qualquer outra Igreja. Respeita profundamente as crenças dos seguidores dos grandes Avatares

e suas religiões, porém prefere seguir uma senda particular, em direção ao ponto de convergência de todas as religiões, como humilde estudante e membro de uma Antiga Ordem.

Sendo assim, CCDB sente-se em casa, em profunda paz, na pequena

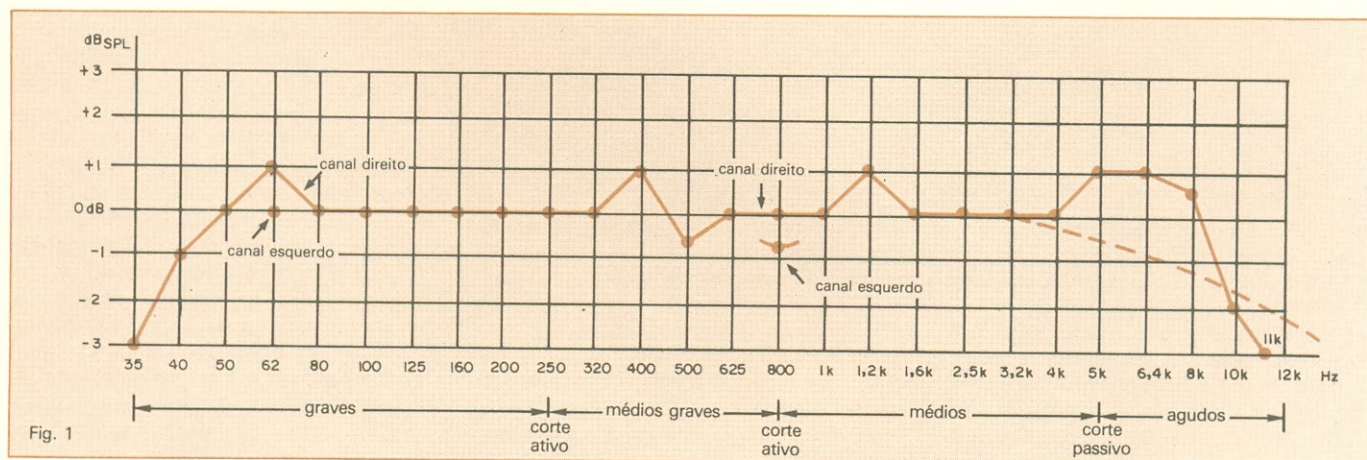


Fig. 1 Resposta em frequência do sistema completo de sonorização. A queda de -3 dB em 11 kHz é proposital (veja texto).

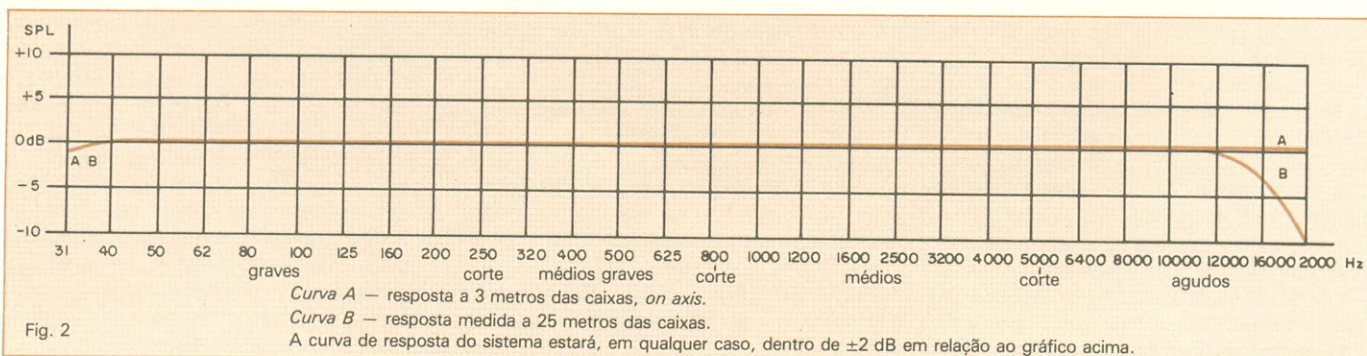
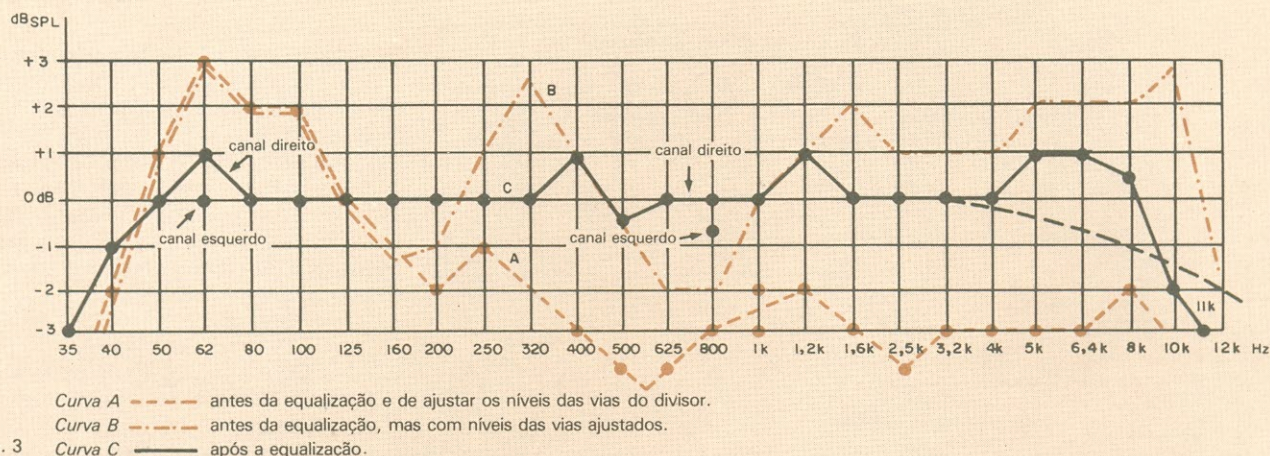


Fig. 2 Como apareceria a mesma curva de resposta, se fosse montada segundo padrões comerciais aceitos internacionalmente.



Resposta em frequência do sistema durante as várias fases de "sintonia". As curvas representadas são as do canal direito.

capela, ou no magnífico templo da primeira Igreja Batista de Niterói, ou ainda, no interior das secretas câmaras da Grande Pirâmide.

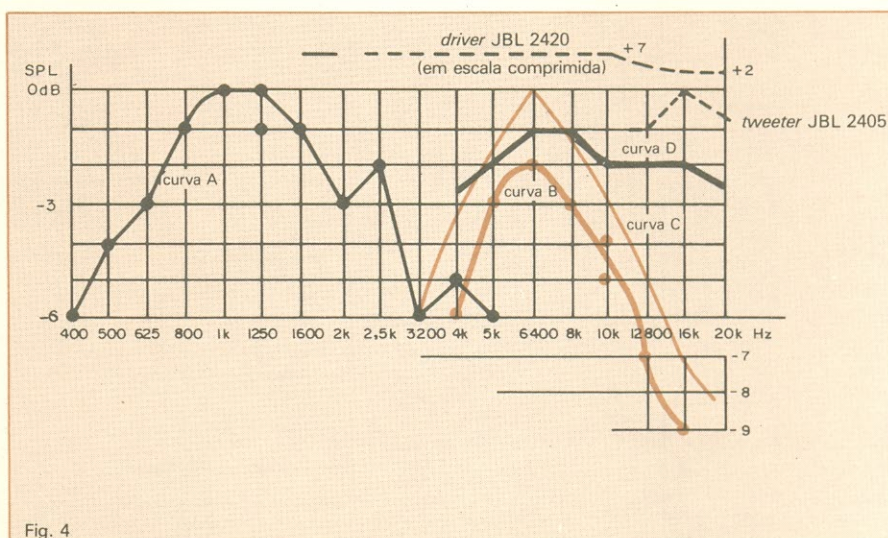
Para um ambiente assim, onde as pessoas se reúnem para tornarem-se mais conscientes de Deus; onde elas cantam, tocam seus instrumentos e fazem orações, CCDB convida você. Para comparecer pessoalmente ao Templo, onde será recebido com amabilidade pelos responsáveis e conhecer bem de perto as instalações de um grande Sistema de Som, em grande ambiente, todo projetado no Brasil e confeccionado com material nacional, com desempenho à altura dos grandes sistemas instalados nos auditórios e templos de todo o mundo!

Resultados obtidos - Serei objetivo neste ponto. Nada melhor, pois realmente os resultados falam mais alto neste caso!

Níveis de intensidade sonora (NIS ou SPL) - No mais distante assento, em toda a faixa a seguir especificada, a mais de 30 metros das caixas de som do sistema de PA, e sem levar em conta o som refletido, mas apenas o som recebido diretamente das caixas, o sistema pode produzir um nível de SPL em programa, com os dois canais reproduzindo em conjunto, de 107 dB SPL.

Nos assentos mais próximos das caixas, devido ao posicionamento elevado destas, a diferença de pressão sonora será apenas de mais 3 dB SPL de programa.

Isto, a níveis de distorção satisfatória para programas de música sacra. Para Shows de Rock, o sistema poderá produzir mais de 112 dB SPL, em todos os recantos do Templo! Sem contar as vozes de um coral com 120 membros, dois grupos instrumentais



Curvas que ilustram as irregularidades de resposta dos drivers e tweeters nacionais.

com Caixas Leslie no órgão, o som do sistema de retorno e as vozes dos fiéis.

Obviamente, os níveis de SPL acima são proibidos até pela legislação e provocariam danos aos ouvidos se fossem mantidos por longos períodos, mas indicam as possibilidades do sistema e dão idéia da qualidade, quando este é utilizado aos níveis moderados de 80 a 85 dB SPL (NIS), adequados para a oratória e a música mais suave.

Resposta em frequência - Após a equalização, cujo processo será detalhado no correr deste artigo, o sistema reproduz frequências desde 35 Hz até 11 kHz, a 25 metros das caixas, com um máximo desvio de -3 dB (apenas nos extremos da faixa) e ± 1 dB no restante da faixa.

Importante: a queda atingindo -3 dB a 11 kHz e o corte daí em diante são propositais e estão de acordo

com os níveis estabelecidos como mais naturais para grandes auditórios, pois acompanham a queda natural da absorção de altas frequências pelo ar. O estabelecimento desses níveis pode ser comprovado em artigo anterior de CCDB sobre o sistema Dolby Stéreo para cinemas e também em boletins da Altec Lansing, como *Improving Big Auditorium Sound*.

O artigo sobre Sonorização de Cinemas, também de CCDB, está na Nova Eletrônica nº 48 e o endereço da Altec já foi apresentado em artigos anteriores. Os leitores com dificuldades para obter artigos e revistas atrasadas poderão sugerir sua reedição pela NE; como ocorreu com diversos artigos meus, ela poderá ser realizada, caso haja bastante requisição.

A resposta a frequências aparece na figura 1. Chegar plano a 20 kHz, com o sistema, não seria desejável, a tal distância das caixas — ou seja, 25 metros. O som pareceria áspero e pouco natural. Mais próximo às cai-

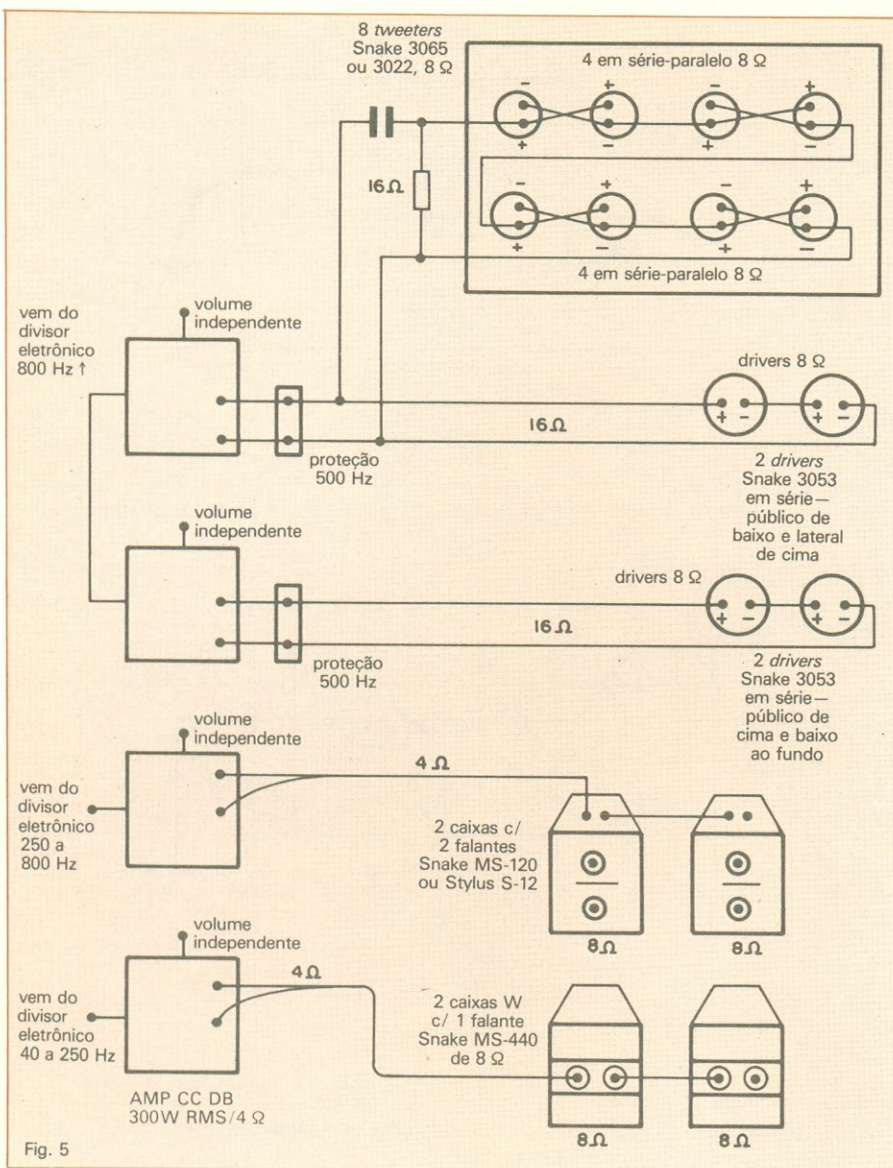


Fig. 5
Esquema de conexão das caixas do PA, mostrando apenas um dos canais do sistema estéreo.

xas, a resposta vai se aplainando para além dos 10 kHz; os perfeccionistas fiquem sossegados: o sistema é capaz de reproduzir essas frequências exatamente nos níveis adequados e nas distâncias adequadas, em relação às caixas de som. Seus 24 *supertweeters* — 16 para o PA em caixas parabólicas e 8 para retorno — garantem!...

As medições apresentadas na figura 1 foram realizadas com o trio de aparelhos de análise espectral CCDB, ou seja, o Analisador de Espectro de 1/3 de Oitava, de tempo real, o Gerador Digital de Ruído Pseudo-Aleatório Rosa e Branco e o Microfone de Laboratório, todos CCDB.

A mesma curva de resposta, cujos defeitos foram propositalmente destacados por mim, apareceria como na figura 2, quando o gráfico fizesse parte de um prospecto comercial da mais

idônea empresa de sonorização estrangeira, e **dentro** dos padrões internacionais aceitos.

Se os alto-falantes nacionais fossem iguais aos JBL... - Se pudéssemos dispor, no Brasil, de alto-falantes como os da "Série E", da JBL; de *drivers*, como os 2445 ou 2441, também da JBL; e de *tweeters*, como os 2445 ou 2402, teríamos de usar apenas metade das caixas. Ou, se conservássemos a mesma quantidade de caixas, obteríamos 6 dB a mais de pressão ou intensidade sonora (NIS ou SPL) para a mesma potência aplicada, devido à alta eficiência e admissão de potência desses alto-falantes.

A resposta não teria o pico entre 4 e 8 kHz, mas seria plana, cobrindo a linha pontilhada de "queda recomendada"; ou, se desejássemos, a própria li-

nha de 0 dB, até 20 kHz, mesmo a 25 metros das caixas. O ideal seria acompanhar a "queda recomendada", mas isto é impossível com os *tweeters* nacionais. O pico de 1.200 Hz não existiria.

Os picos aqui apresentados, no entanto, não chegam a perturbar a audição e podem ser considerados reduziísimos e a qualidade, excelente, **mesmo em comparação a sistemas com alto-falantes JBL.**

— Por que?!

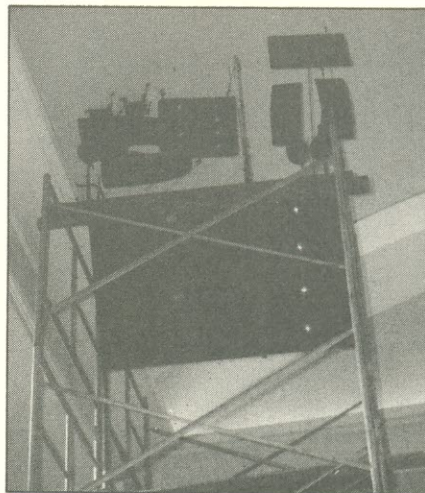
— Como foi possível?!

— Com um projeto da parte **eletrônica** do sistema, super-elaborado, para poder suprir as falhas dos alto-falantes e, devo também ser justo, com o aperfeiçoamento já realizado nos alto-falantes nacionais entre a época da edição do meu primeiro artigo sobre Sonorização de Grandes Ambientes e hoje. Mais especificamente, nos alto-falantes *Snake*. E também com um projeto de posicionamento e escolha das caixas acústicas e cornetas ideais para o Templo, sua quantidade, além da previsão dos resultados acústicos no ambiente.

O sistema multivias - Para o templo da primeira Igreja Batista de Niterói, foi recomendado em projeto por CCDB e aceito pelos responsáveis, após uma visita e um ante-projeto, um sistema multivias, ou seja, além da configuração estéreo, cada canal seria subdividido em quatro vias: uma para graves, até 250 Hz; outra para médios-graves, de 250 até 800 Hz; outra para médios, de 800 até 5.000 Hz, e outra para agudos, de 5 kHz para cima.

As três primeiras vias — graves, médios e agudos — seriam obtidas com divisão eletrônica. A última, com divisão passiva, para os *tweeters*.

A seção de médios seria duplicada,



Caixas do PA já suspensas no lugar.

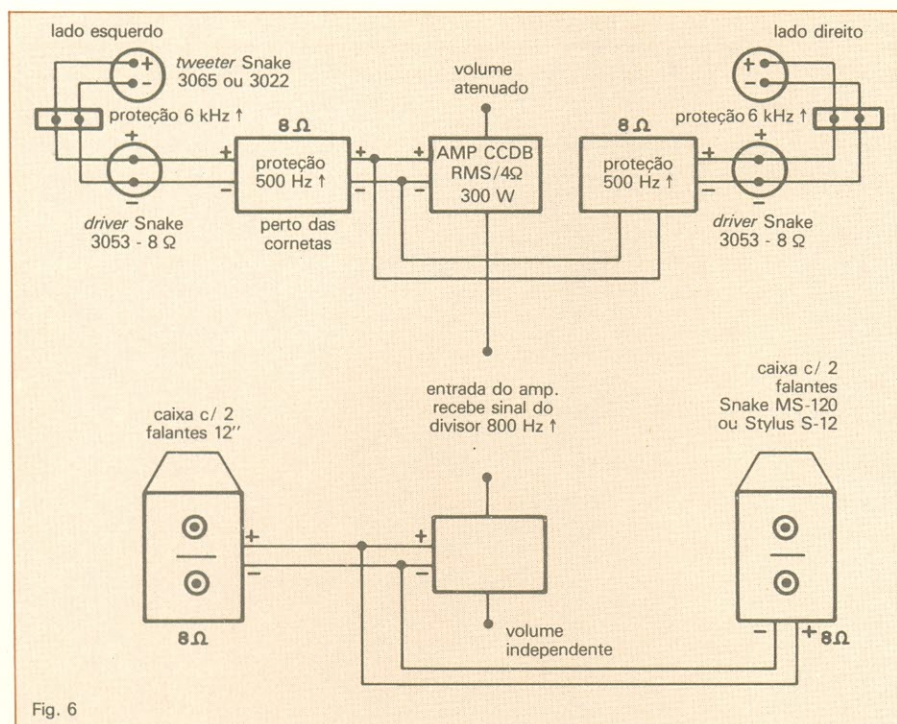


Fig. 6

Conexão das caixas e amplificadores do sistema de retorno.

isto é, em cada canal do sistema este-
reofônico, a seção de 800 a 5.000 Hz
seria dividida em duas seções, na
mesma faixa, cada uma com o seu
amplificador de potência, para poder
separar as cornetas apontadas para a
parte superior (segundo andar do
Templo) e dar a elas a potência ade-
quada.

Um sistema de dois divisores ele-
trônicos (estéreo) foi construído por
mim, cada um com três vias, para o
equipamento de som do Templo, e
mais um monofônico de duas vias pa-
ra o sistema de retorno destinado aos
músicos.

Esses divisores foram precedidos,
nos dois canais do PA estereofônico
e no canal do retorno, por um equali-
zador gráfico de dez faixas, acrescido
de um equalizador paramétrico verda-
deiro, de duas faixas, ambos CCDB,
cada uma com todos os três parâme-
tros de equalização controlados inde-
pendentemente, ou seja, "Q", fre-
quência e incremento/atenuação,
além de chave de faixa de trabalho.

As vantagens de um sistema multi-
vias já foram detalhadamente apre-
sentadas nos artigos anteriores de
CCDB. Mesmo sem qualquer equali-
zação, já teríamos uma resposta bas-
tante plana, apenas operando os con-

troles de nível dos divisores eletrô-
nicos. Essa resposta superaria, em qua-
lidade, a maioria dos sistemas de
duas vias, mesmo equalizados, sem
falarmos na eficiência muito maior e
na diretividade mais controlada ou na
mais nítida resposta a transientes e
menor distorção harmônica e em, pra-
ticamente, nenhuma intermodulação.

A figura 3 apresenta a resposta do
sistema para o canal direito, nas diver-
sas fases de sintonia, ou seja, após
estarem corretamente apontadas as
caixas e cornetas para cobrirem áreas
exatas do Templo e ser iniciado o tra-
balho de equilíbrio e equalização.

A figura 4 ilustra o motivo de apare-
cerem os picos pronunciados em
1.200 Hz, na curva da figura 3 e nos
agudos, isto é, a resposta irregular
dos drivers de diagramas fenólicos e
tweeters nacionais.

A curva A mostra o driver e a B, o
tweeter, com separação protetora de
2 μ F e resistores amortecedores. Com
4 μ F, conseguiríamos nível igual ao do
driver, mas o pico seria mais estreito
em largura de banda e o tweeter não
suportaria toda a potência (curva C).
Daí ser necessário usar dois tweeters
para igualar o nível de cada corneta.

A resposta do tweeter não nos inte-
ressa *on axis*, ou seja, no eixo direta-

mente à sua frente, pois com apenas
uns 3 graus fora do eixo ela se reduz e
aparece como nas curvas B e C. Só
para ilustração, a resposta *on axis* é a
curva D, dentro de um ângulo de \pm 3
graus.

A resposta das curvas B e C valem
para \pm 30 graus fora do eixo; essas
são importantes. Um tweeter JBL
2405 daria esta resposta até mais de
20 kHz, em ângulo ao redor de 90
graus!

Exposição do sistema - Confeccio-
nado com uma garantia de cinco anos
contra qualquer tipo de defeito (salvo
má utilização), o sistema incluiu, além
dos divisores, equalizadores paramé-
tricos e gráficos, dez amplificadores
de potência CCDB de 300 watts RMS,
dez cornetas CCDB de alta freqüên-
cia, fundidas em alumínio, oito de
90 x 40 graus e quatro de 60 x 40
graus, com drivers Snake, mod. 3053
(ainda não existiam os 3082), sendo
duas de retorno; 24 supertweeters
Snake mod. 3022, 16 deles colocados
em caixas parabólicas, no PA; quatro
caixas tipo *W-horn*, cada uma com
um alto-falante Snake MS-440; oito
caixas tipo Nova Caixa CCDB, sendo
quatro no PA e duas no retorno, cada
uma com dois alto-falantes Snake MS-
120; e oito proteções CCDB para cor-
netas e tweeters.

As caixas foram suspensas para o
teto ou abóbada do Templo, obede-
cendo ao projeto de CCDB e às leis de
acústica apresentadas no artigo "So-
norização de Grandes Ambientes no
Brasil", pelo pessoal dirigido pelo pró-



Seção do sistema de retorno.

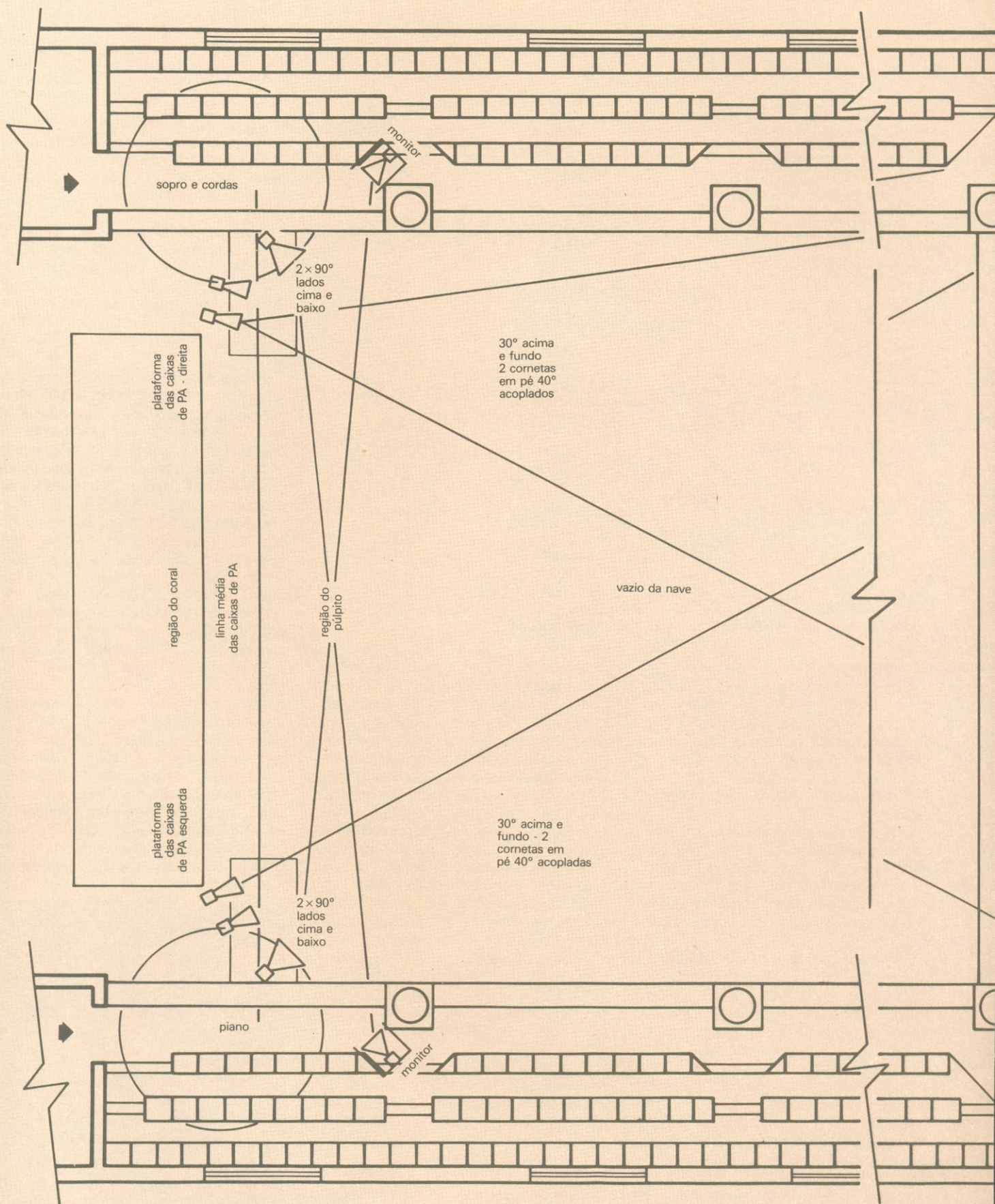
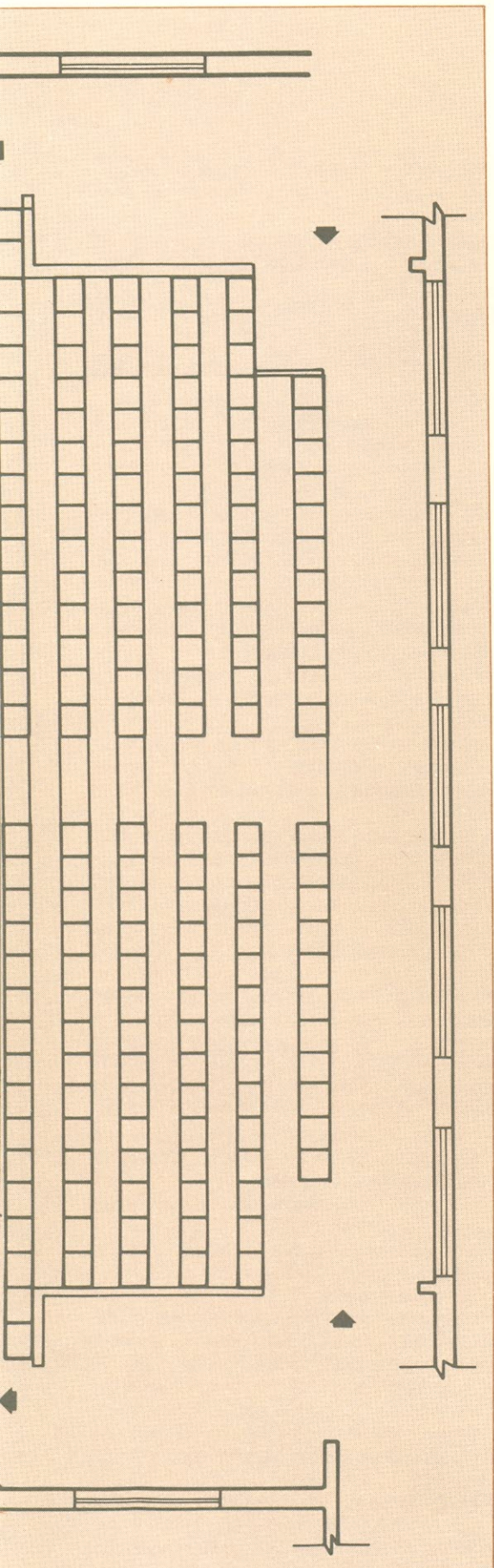


Fig. 7

Planta geral do templo, permitindo uma boa visão das dimensões do edifício e das instalações de sonorização. Os cortes efetuados visam ...



... melhorar a observação do conjunto.

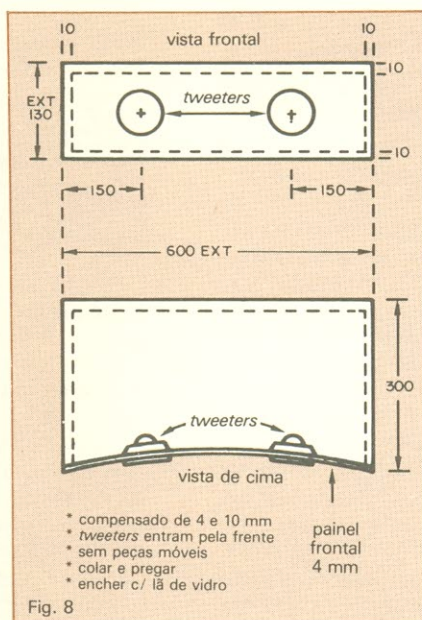


Fig. 8

Caixa parabólica para os tweeters.

prio engenheiro civil pertencente à congregação da Igreja Batista, Alberto de Mattos Jr. Ele também foi o responsável pela confecção de um belo rack com ventilação para suporte dos dez amplificadores CCDB e pela instalação dos cabos de conexão de áudio e alimentação.

A posição dos dois grupos de caixas do PA foi projetada para máxima eficiência e relação de fase correta. Obviamente, levei em consideração a questão de colocar todos os alto-falantes em um só plano vertical, mas existem casos onde se consegue menor dissociação de frequências com a configuração o mais agrupada possível das caixas e este era um deles.

A figura 5 apresenta o diagrama de conexão entre as diversas caixas e amplificadores do sistema do PA, para apenas um dos dois canais, enquanto a figura 6 exhibe o esquema de conexão das caixas e amplificadores do sistema de retorno.

O projeto da *W-horn* foi apresentado na Nova Eletrônica n.º 59, páginas 45 e 49. E a já famosa Nova Caixa CCDB, apresentada na NE n.º 45, pág. 70, tem as seguintes erratas na legenda:

⑤ peça superior e inferior: 764 x 600 x 15 mm

⑥ cornetas: 640 x 460 x 4 mm

A figura 7 é a planta baixa do Templo. Um exame detalhado das dimensões e da localização das caixas e cornetas, em combinação com os dados

técnicos sobre Sonorização de Grandes Ambientes, fornecidos na NE n.º 34, pág. 48 e NE n.º 35, pág. 36, dará possibilidade de verificar a aplicação prática dos princípios acústicos lá expostos! Você tem material, então, para realizar um sistema igual ou mesmo superior ao da Igreja Batista.

A foto 1 mostra as caixas e cornetas do sistema de PA, só do canal esquerdo, já suspensas ao nível da abóbada, mas ainda com estrutura metálica de suporte, mais tarde retirada.

A foto 2 focaliza uma das duas seções laterais do sistema de retorno, com uma Nova Caixa CCDB no lugar onde nasceu naquele saudoso artigo cheio de luz! Ela aparece acompanhada de quatro *tweeters* Snake, e uma corneta CCDB fundida em alumínio, de 90 x 40 graus, bastante superior às cornetas confeccionadas em fibra de vidro existentes no mercado. Uma corneta como estas faz o *driver* Snake valer por dois!

A caixa parabólica para os *tweeters* também aparece na foto 1 e tem seu projeto detalhado na figura 8. O projeto dessa figura não é o mesmo aplicado no Templo, pois este foi realizado pelo próprio pessoal da Igreja, sob orientação de CCDB. O projeto da figura 8 é uma simplificação, porém bastante aproximada.

A caixa do sistema da Igreja, a cada lado do PA, é apenas o empilhamento de quatro caixas semelhantes à da figura 8. É importante **não** fazer prolongamentos nas paredes das caixas, em direção à frente. A parábola deve ficar **livre**. Quem desejar precisão, como aconteceu com os técnicos da Igreja, poderá transformar a curvatura circular apresentada na figura em verdadeira parábola.

A disposição em parábola é concepção de Bob Heil, conhecido técnico norte-americano, e faz melhorar a dispersão dos *tweeters*, sem criar *lobes* ou raios de maior pressão sonora, como acontece nas caixas comuns, onde *tweeters* são dispostos em leque convexo.

Para o cálculo de uma parábola, os dados são encontráveis em diversos livros de matemática, como, por exemplo, à página 473 do livro "Curso de Matemática", de Manoel Jairo Bezerra, para o antigo curso científico, 14.ª edição, da Companhia Editora Nacional.

(conclui no próximo número)

ANTENAS: CONCEITOS
TIPOS E APLICAÇÕES — 2ª PARTE

Antenas de vários elementos

Nesta segunda parte, o autor completa a descrição sobre os vários tipos de antenas, explica a função dos elementos parasitas e fornece dados sobre alguns dispositivos práticos

Por razões tecnológicas, em lugar de aumentar desmedidamente o diâmetro dos tubos que constituem a antena, pode-se utilizar uma série de tubos de menor diâmetro (figura 8). Os seis tubos equivalem ao cilindro de metal. Porém, mais vantajosa que a antena de cilindro de área igual é a de configuração cônica (figura 9).

Antena cônica - Na figura 9, temos uma antena constituída de dois cones. Elas são conhecidas por vários nomes — conical, V simétrico, antena com derivação etc.

Porém, a antena cônica dupla é de difícil manipulação e algumas pessoas preferem substituí-la por dois grupos de tubos formando uma disposição cônica. A quantidade de tubos dependerá da periferia de cada tubo e do ângulo total do cone. As antenas cônicas apresentam certas vantagens inerentes à sua configuração, principalmente no que diz respeito à resistência de radiação.

Antena circular - As antenas até agora discutidas são do tipo em que os extremos opostos à alimentação central são deixados livres (ou em circuito aberto). Um tipo totalmente diferente de antena é constituído pelo que se denomina comumente de antenas circulares (figura 10).

Uma diferença fundamental ocorre nas antenas circulares em compara-

ção com as de alimentação central. As ondas eletromagnéticas atuando sobre a bobina circular terão uma reflexão em situação de "circuito em curto" para a terra, no extremo mais distante do condutor em relação à alimentação. Na antena de alimentação central, a reflexão ocorre em circuito

aberto. Essa diferença é muito importante.

Em uma antena simples de alimentação central, a corrente vai a zero no extremo aberto e atinge o máximo no centro onde a linha de transmissão está ligada. A resistência da antena é da ordem de 40 a 72 ohms.

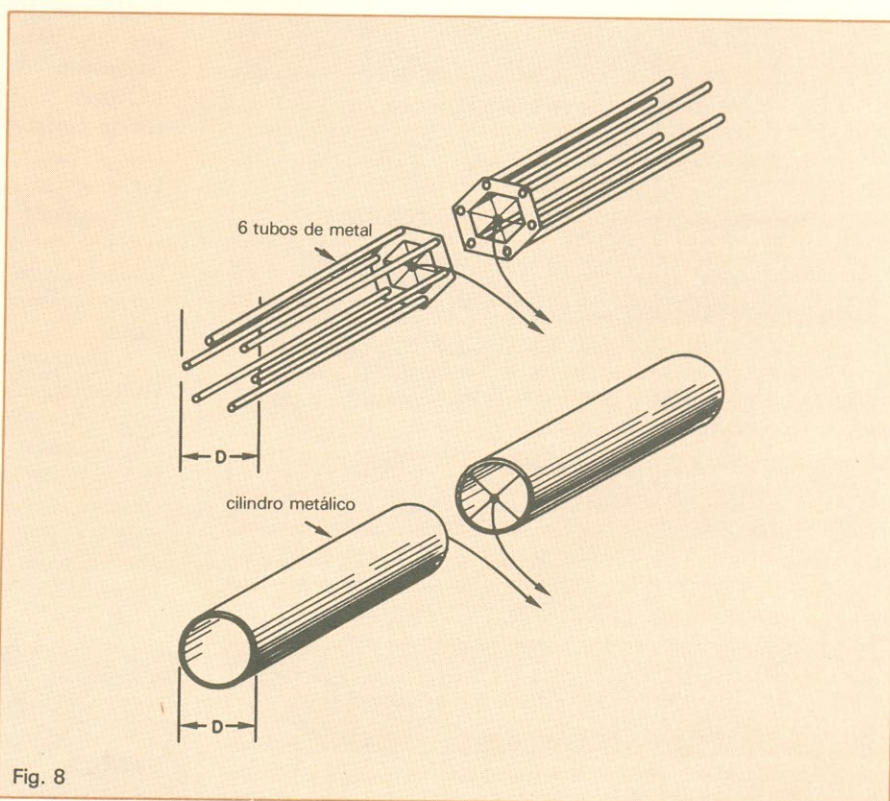


Fig. 8

Ao invés de se aumentar o diâmetro do tubo da antena, pode-se usar vários tubos finos.

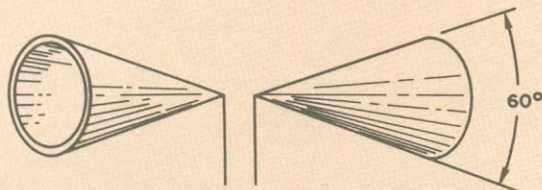


Fig. 9

As antenas cônicas apresentam certas vantagens, em particular quanto à resistência de radiação.

Na antena circular, o ponto de reflexão do ponto distante é um curto-circuito e, deste modo, a corrente é elevada no ponto distante. Se a antena circular tiver um comprimento total de $1/2$ onda, cada metade terá um comprimento de $1/4$ de onda. Ocorrerá, então, uma onda estacionária na antena circular que terá o máximo no extre-

mo mais afastado (ponto de curto-circuito) e um mínimo no ponto de alimentação, justamente o contrário da antena de alimentação central. A resistência no ponto de alimentação será elevada e a corrente será mínima.

O diâmetro da antena circular poderá ser obtido pela relação $d = \text{circunferência}/\pi$ e, com a circunferência de

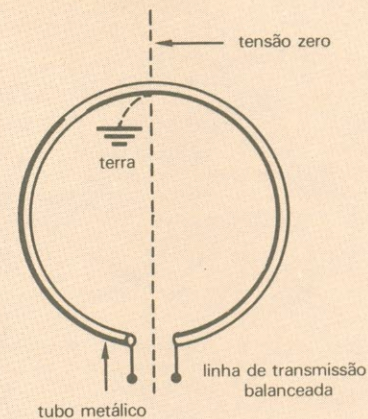


Fig. 10

Na antena circular, o ponto mais distante está em curto com a terra.

$1/2$ onda, o diâmetro será apenas de $0,16$ do comprimento de onda. Isso pode ser comparado com a extensão de $1/2$ onda (aproximadamente) para o comprimento de uma antena de extremo livre.

Elementos parasitas - A antena de ganho 0 dB quase nunca fornece energia suficiente para o receptor, seja ele TV, FM ou AM. Isso obriga o uso de antenas mais elaboradas. Um dos processos mais simples para obter ganho maior que 0 dB é utilizar uma antena padrão de $1/2$ onda, suplementada por um ou mais tubos de determinadas dimensões, em paralelo com aquela. Esses tubos, devido à sua proximidade com a antena, podem aumentar de maneira substancial a capacidade de interceptação e assim fornecer mais energia para o receptor. Os tubos, denominados parasitas

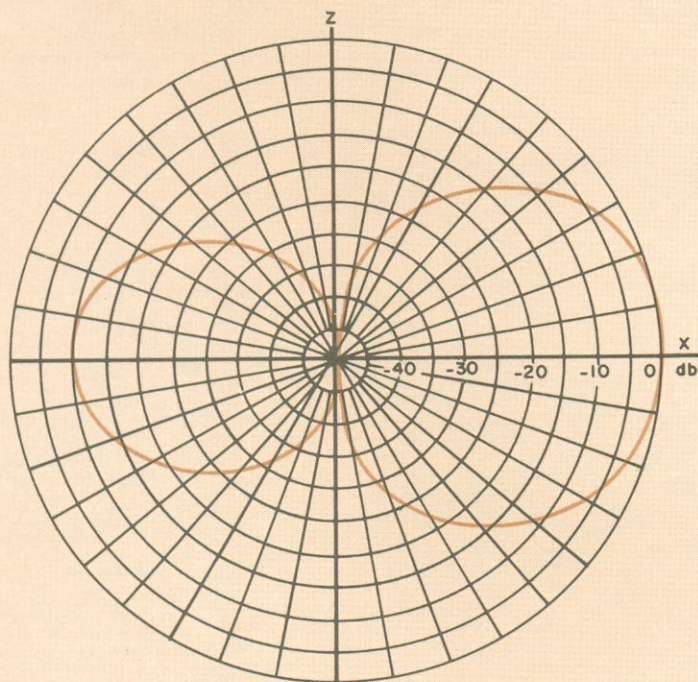


Fig. 11

A colocação do elemento parasita pode aumentar o campo em uma direção.

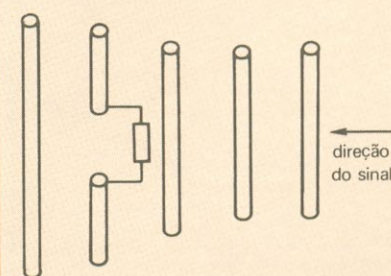


Fig. 12

Parasitas diretores e refletores.

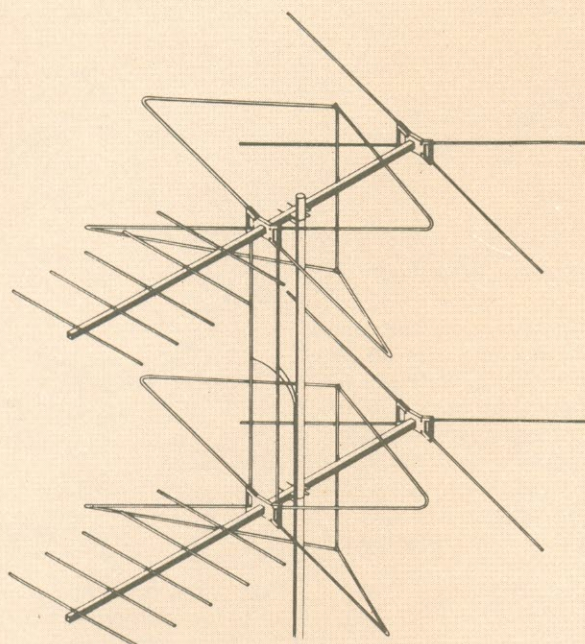


Fig. 13

Antena Biasia estacada parabólica.

(porque se ajudam em lugar de sugar energia), não estão ligados metalicamente à antena, mas sua proximidade é suficiente para aumentar o campo de rádio ao redor. Além de aumentar a energia, uma decorrência óbvia dos elementos parasitas é também fazer com que o diagrama polar se torne pronunciado em uma ou mais direções (figura 11).

Os elementos parasitas, quando colocados em relação ao sinal que chega na parte posterior da antena, são chamados de refletores. Quando colocados à frente são chamados de diretores. Uma das antenas clássicas de alimentação central, com parasitas refletores e diretores, pode ser apreciada na figura 12.

O próximo passo em nossa discussão de antena será a junção em grupos de antenas simples que, quando juntas e ligadas por uma linha de transmissão comum, permitem obter as vantagens de polivalências tão necessárias para a recepção de estações de TV e FM, em uma faixa de frequência bem ampla. Tais antenas,

características técnicas	G VHF/UHF	
frequência	54 a 216 MHz	470 a 890 MHz
impedância	300	300
R.O.E.	1,30	1,30
ganho médio	9,5 dB	14,2 dB
rel. frente-costa	13,4 dB	19,0 dB
ângulo de diretividade	28°	32°
peso da antena	2,000 kg	
comp. físico	3,18 m	

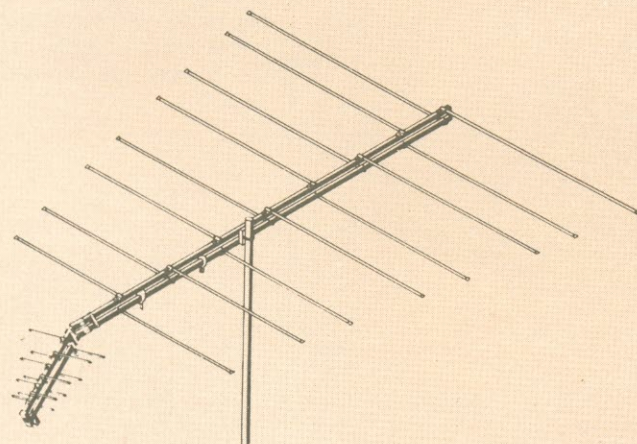
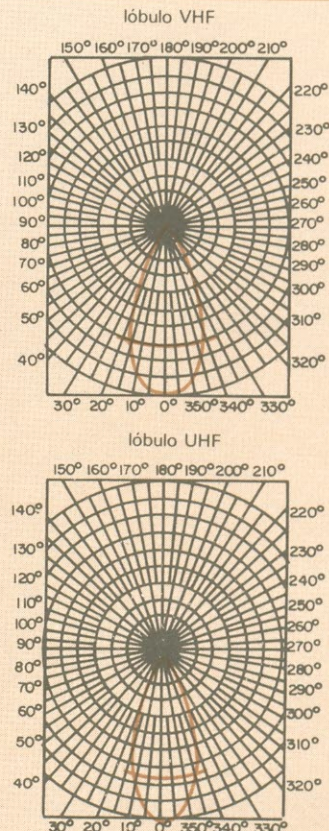


Fig. 14

Antena Biasia para VHF e UHF.



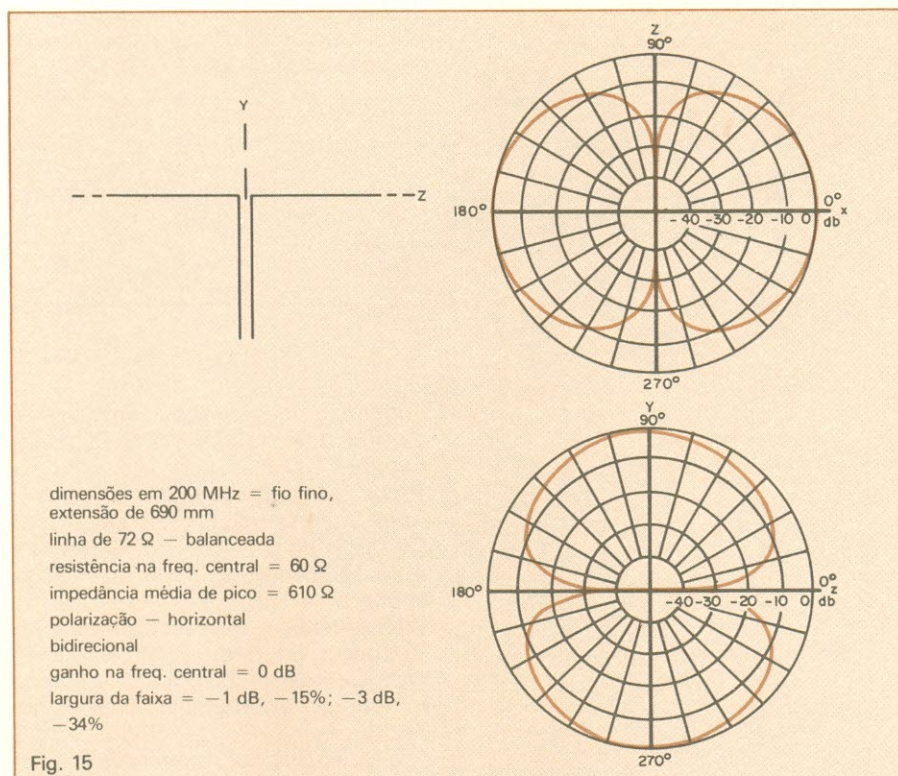


Diagrama polar de uma antena 1/2 onda, alimentação central, de fio.

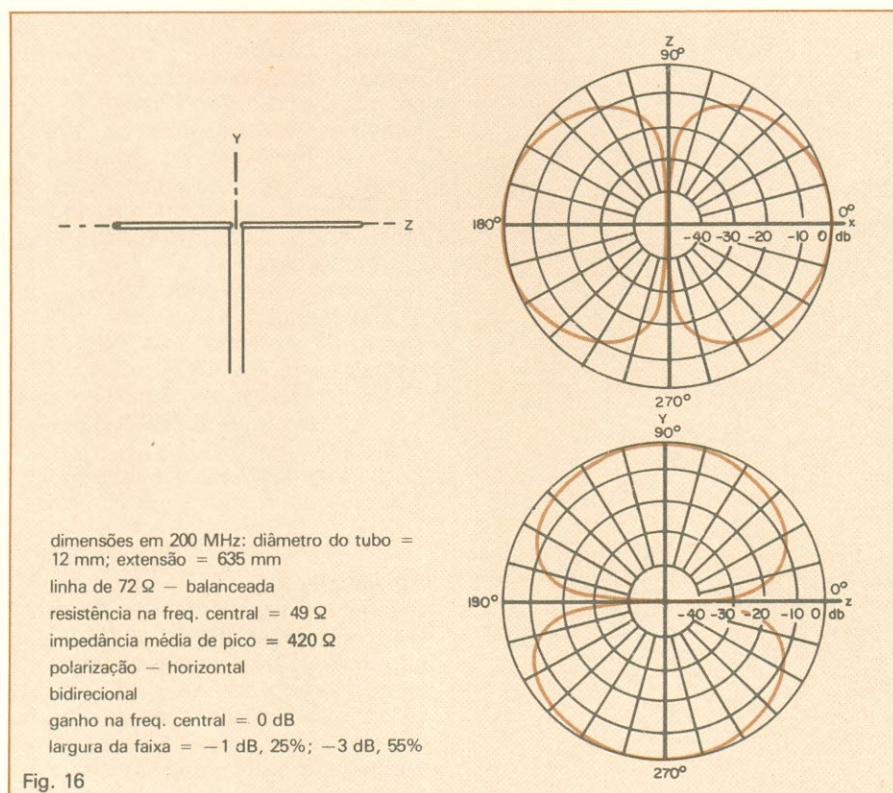


Diagrama polar de uma antena 1/2 onda, alimentação central, tubular.

bastante complexas, podem ser construídas pelo amador dedicado e que tenha acesso a certas facilidades de medição e cálculos. Porém, é tarefa estafante. A colocação de duas antenas simples, uma próxima à outra, traz modificações muito grandes em relação à direção e ao ganho. O espaçamento e a maneira que estejam interconectadas são fatores decisivos com respeito a ganho e direção. Daremos a seguir uma série de dados sobre antenas, com as características de direção, dimensões para determinadas frequências, valor em ohms da linha de transmissão, resistência na frequência central etc., para que o leitor dedicado à construção tenha os elementos necessários para construir e experimentar neste campo.

Porém, para aqueles que desejam realmente dedicar-se à questão de antenas como campo de trabalho profissional, sem desejar, todavia, entrar no campo da produção industrial propriamente dita — algo bem complexo e que a leitura deste artigo deve ter permitido entrever — a nossa recomendação é que procurem no comércio especializado um produto nacional, estável, que assegure satisfação e garanta sua reputação como instalador de antenas. E não pensem que instalar antenas é apenas subir em um poste. Com o advento cada vez maior de estações de TV e FM em várias cidades — com a ida para a periferia e cidades menores, de modo permanente ou temporário, de uma população que pode ter seu TV e FM, seja para o fim de semana ou para a casa de campo e fazenda — a questão da instalação de antenas deixou de ser algo que o encanador ou o electricista curioso podia fazer. Tornou-se necessária a experiência de um técnico, com boa capacidade de trabalho, boas ferramentas e uma aptidão profissional que faça com que cada instalação terminada se transforme no formidável propagandista de “pé de ouvido” que constrói uma reputação.

Na figura 13 temos, por exemplo, uma antena “estaqueada”, parabólica, reforçada, própria para recepção em zonas distantes e áreas sujeitas a fortes ventos. O fabricante das mesmas é a firma nacional Metalúrgica Biasia.

Para a recepção dos canais de UHF do n.º 13 a 83 (470 a 890 MHz), a mesma fábrica tem uma sofisticada antena (figura 14) que assegura ganho de 4,5 dB.

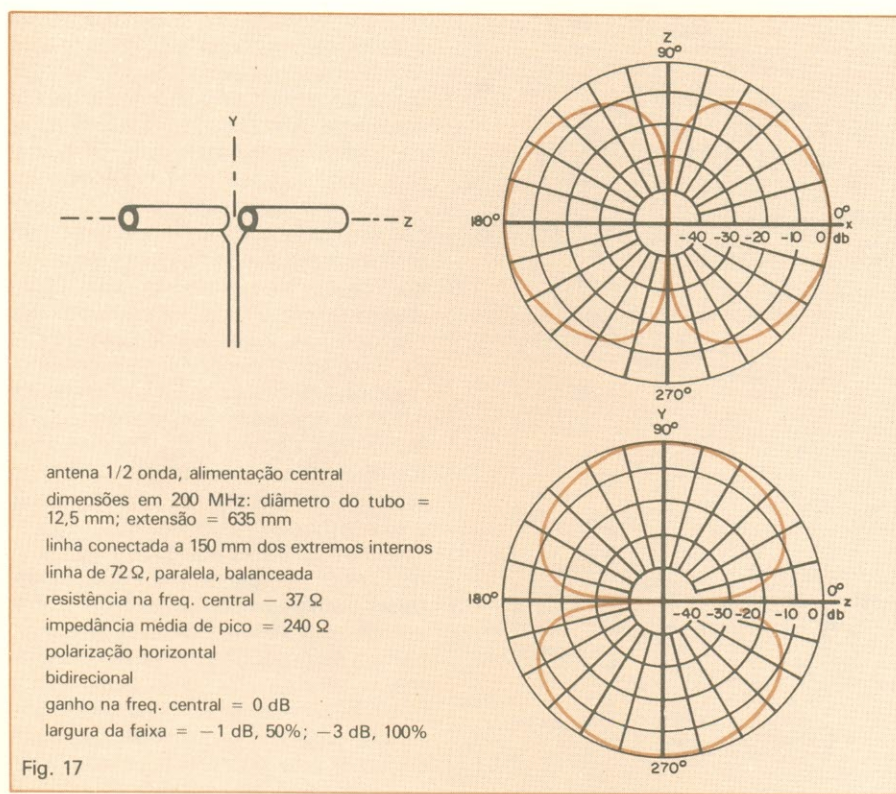


Fig. 17

Diagrama polar de uma antena 1/2 onda, alimentação central, tubular.

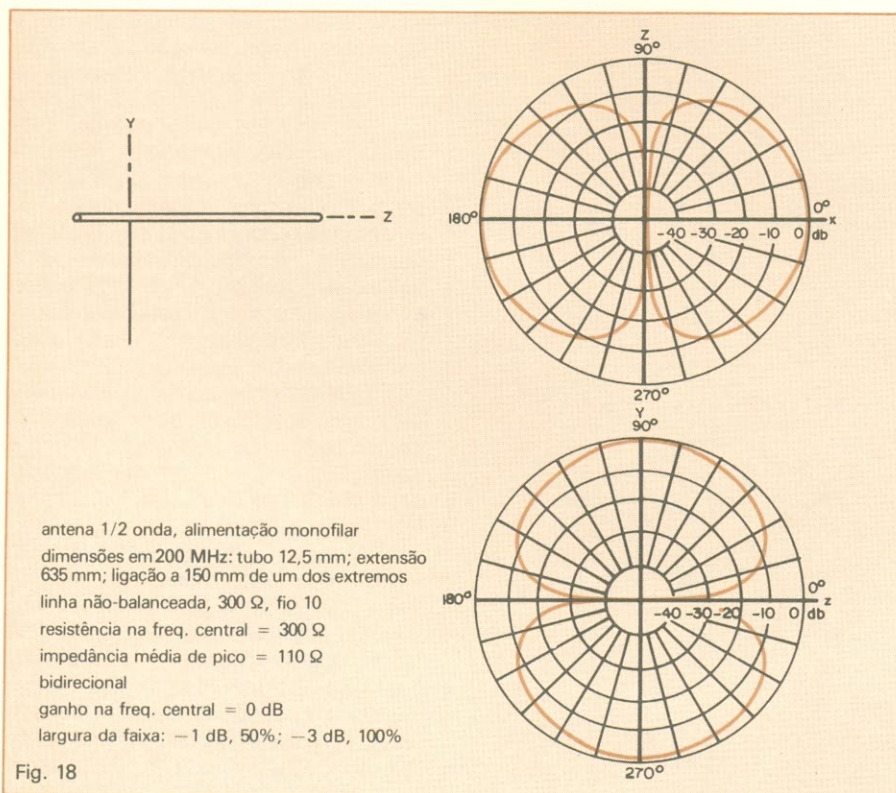


Fig. 18

Diagrama polar de uma antena 1/2 onda, alimentação monofilar, tubular.

Nas figuras 15 até 18, apresentamos vários diagramas polares e dados sobre diversas configurações de antenas.

Por uma questão de espaço, deixamos de apresentar cerca de trinta diagramas polares, dimensões a 200 MHz, impedâncias etc. de diversos tipos de antenas. A profissionais interessados, poderemos enviar cópias. Favor escrever para A. Fanzeres, Caixa Postal 2483, CEP 20.001, RJ.

Bibliografia

Engenharia de Antenas - Luiz Gonzaga Rios e Eduardo Barbosa Perri, Ed. Edgard Blucher.

Todos os Segredos do Televisor - Apollon Fanzeres, Ed. Tecnoprint.

TV and Other Receiving Antennas - Arnold B. Bailey, Ed. John F. Rider Publisher.

Wire Antennas - William I. Orr e Stuart D. Cowan, Ed. Radio Publications.

The Complete Broadcast Antenna Handbook - John E. Cunningham, Ed. Tab Books.

The Giant Book of Amateur Radio Antennas - Ed. Tab Books.

Home-Brew HF/VHF Antenna Handbook - William Hood, Ed. Tab Books.

SWL Antenna - Edward M. Noll, Ed. Howard W. Sams.

Antenna Data Reference Manual - Joseph J. Carr, Ed. Tab Books.

Antennas and Transmission Lines - John A. Kuecken, Ed. Howard W. Sams.

The Antenna Construction Handbook for Ham, CB & SWL - Rufus P. Turner, Ed. Tab Books.

The ARRL Antenna Anthology - Marian S. Anderson, Ed. ARRL.

The ARRL Antenna Book - Gerald L. Hall e outros, Ed. ARRL.

73 Vertical, Beam, and Triangle Antennas - Edward M. Noll, Ed. Editors and Engineers.

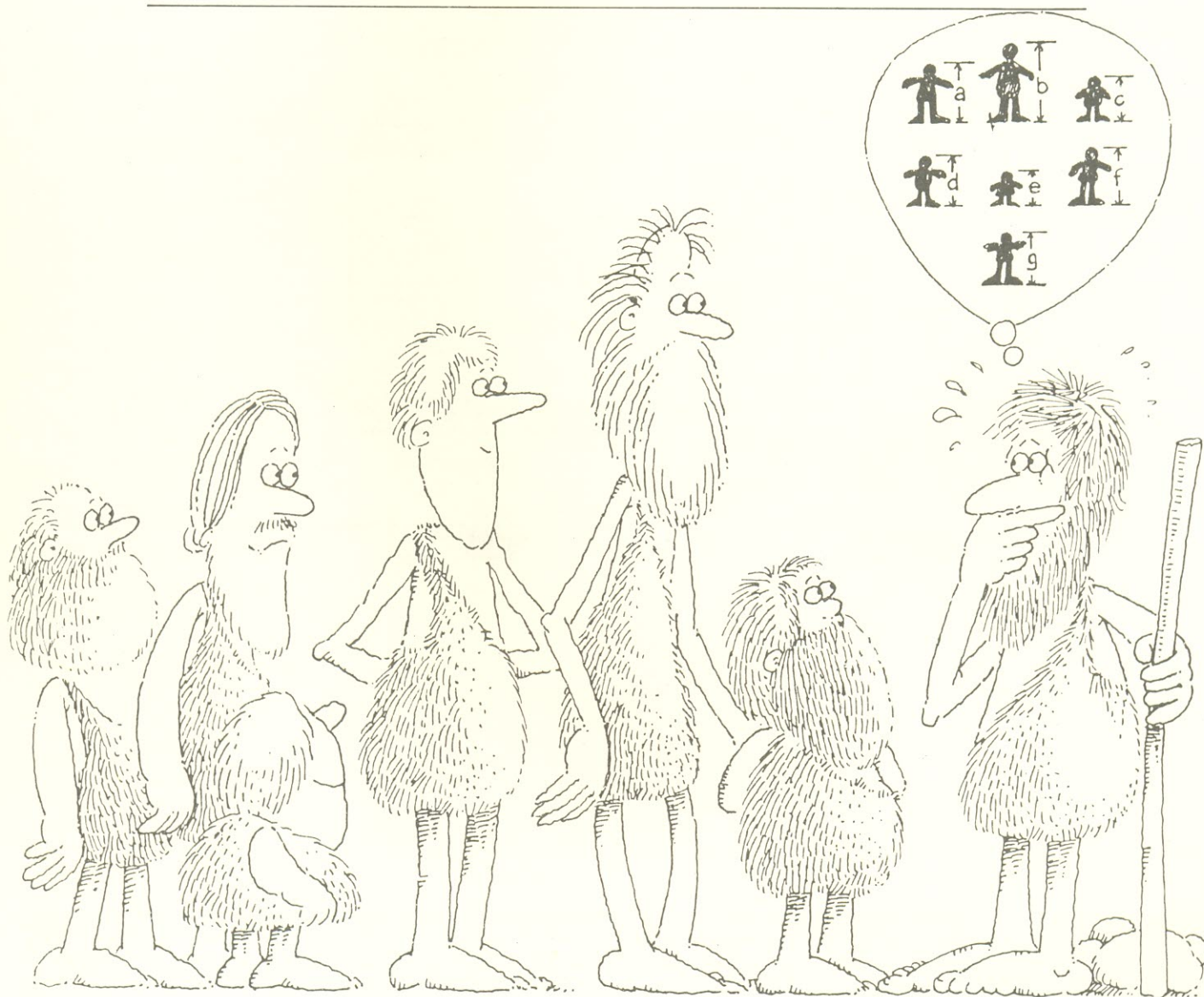
Ham Antenna Construction Projects - J. A. Stanley, Ed. Howard W. Sams.

Agradecimento

Desejamos agradecer aos fabricantes das antenas Biasia, que nos proporcionaram facilidades materiais, inclusive fornecendo vários tipos de antenas para nossas experiências no campo, contribuindo com dados concretos para o presente trabalho e outro já em fase de conclusão sobre TV, FM e recepção DX. ●

Instrumentos de medição na eletrônica

Apoiado em sua larga experiência na área, o autor aborda um tema bastante vasto, que é o das medidas em eletrônica. Depois de um excelente embasamento teórico, ele começa pelos multímetros



Ao assumir a tarefa de escrever um artigo sobre instrumentação eletrônica, muito longe de mim estava a idéia de esgotar o assunto. Naturalmente, não é possível discutir aqui todos os tipos e modelos, as finalidades, as técnicas e detalhes de aplicação de todo o instrumental eletrônico disponível atualmente. Isto seria tarefa gigantesca, que ocuparia uma equipe durante muitos meses e preencheria centenas, talvez milhares, de volumes. O que me proponho a tentar é dar uma visão dos conceitos básicos, aqueles sobre os quais se fundamenta o assunto, juntamente com um resumo do que existe em disponibilidade, além de uma breve retrospectiva do fascinante campo da eletrônica.

Para os detalhes específicos de cada aparelho, terei de remeter o leitor à literatura especializada e, principalmente, aos manuais de instrução (os bons) de cada instrumento, em particular.

Histórico - Instrumentação eletrônica é um termo muito genérico nos dias atuais. Ao longo dos anos, a eletrônica expandiu-se, saindo do isolamento dos laboratórios e ramificando-se por todos os campos da atividade tecnológica, científica e industrial, de tal forma que hoje não se poderia imaginar as atividades da vida chamada civilizada sem o seu concurso.

Naturalmente, nem sempre foi assim. Houve época em que homens dotados de espíritos inconformados, mentes geniais e adiante de suas próprias épocas (e geralmente chamados de loucos) já percebiam que havia algo mais do que aquilo que era julgado pela maioria como todo o conhecimento possível e toda a verdade existente. Estes homens, que desvendaram novos "segredos" da natureza e abriram caminhos para outros "visionários" que os seguiram, tiveram a felicidade de descobrir leis naturais até então desconhecidas e, em muitos casos, inventar meios de aplicação prática dessas leis, quase sempre trabalhando de forma empírica, sem conhecimentos anteriores que os guiassem e sem recursos que pudessem facilitar o seu trabalho. Baseando-se muito mais na sua intuição e na inspiração do que em qualquer outra coisa, seguiam por caminhos tortuosos, cheios de preconceitos, credências e

superstições, que tinham de superar com sua audácia e visão abrangente da natureza.

Em vários aspectos, nos dias de hoje, a situação é muito diferente. Mas ainda prevalece entre muitas pessoas, talvez a maioria, o falso conceito de que o que se conhece até agora é tudo o que existe para se saber, mesmo diante do histórico de crescentes conquistas do conhecimento e das aplicações práticas dessas conquistas, que vêm acompanhando a humanidade desde os seus primórdios.

Desde que o homem começou a ter necessidade de conhecer e compreender o que se passa ao seu redor para sobreviver e melhorar seu conforto, vem se deparando com vários problemas, entre eles o de conhecer os objetos e fenômenos em profundidade. E, para isto, tem tido sempre que determinar suas características e propriedades. Isto tem de ser feito sob dois aspectos principais: é necessário saber **como** é o objeto da investiga-

Uma das primeiras necessidades do homem foi medir tudo que o rodeava

ção, ou seja, quais suas propriedades e, em segundo lugar, qual a grandeza e dimensão dessas propriedades. A isto se chama **fazer medições**. No primeiro caso, a medição é **qualitativa** e tem por objetivo determinar as qualidades ou propriedades do objeto. No segundo caso, a medição é **quantitativa**, ou seja, destina-se a conhecer o tamanho, por assim dizer, dessas propriedades e atribuir-lhes uma dimensão, isto é, uma unidade de medida.

E quase certo que o primeiro objeto de medição com que o homem se deparou foi o comprimento ou distância, pois mesmo os mais antigos seres humanos tinham necessidade de medir as distâncias e o tamanho físico das coisas. Mas, medir com o que?

Naturalmente eles não sabiam que necessitavam de padrões, mas descobriram que tinham de ter uma referência qualquer para suas medições. E nada mais natural do que usar seus próprios corpos como referência; daí

surgirem medições feitas com o pé, a mão, o dedo, o comprimento do passo, e sabe-se lá o que mais. Ironicamente, ainda hoje são usados a jarda, o pé e a polegada como unidades de medida em alguns países. Talvez não da mesma forma como o foram naquelas longínquas eras, pois então o problema de precisão ou exatidão das medições deveria ser muito embaraçoso, considerando-se que nem todos têm membros do mesmo tamanho e, conseqüentemente, os erros atingiam porcentagens que atualmente seriam assustadoras.

É de se supor que a segunda necessidade mais importante de medição tenha sido o tempo, pois todas as nossas atividades são regidas por essa entidade temível e incompreensível, mas sempre presente.

Até mesmo o famoso homem das cavernas, ao sair para sua caçada, preocupava-se em retornar ao seu abrigo antes do anoitecer e mais uma vez a natureza lhe fornecia os meios de fazer uma medição, muito precária, mas suficiente para suas necessidades, através do movimento aparente do sol pelo céu. Até aí o homem já conhecia duas quantidades fundamentais da natureza: o comprimento e o tempo. E na hora de transportar a caça abatida para sua caverna, ele se dava conta de outra quantidade fundamental: a massa, ou peso; e passou a encará-la também como algo a ser levado em grande consideração.

E assim, procurando satisfazer suas necessidades básicas de sobrevivência, o homem foi aprendendo a conhecer e medir as quantidades fundamentais do universo — comprimento, tempo e massa — e a usar essas medições em seu proveito próprio, ignorando completamente que sua raça tinha um longo caminho a percorrer nesse campo, até chegar aos dias de hoje, quando se pode penetrar em um laboratório de eletrônica e deparar com pessoas rodeadas de instrumentos de alta precisão, preocupadas em efetuar medições nas quais o erro é expresso em frações de um por cento e até mesmo em partes por milhão. E isto nos traz à mente uma pergunta: e o futuro, o que nos reserva?

Referi-me a laboratórios especificamente de eletrônica porque me propus a enfatizar a instrumentação de teste e medição usada em eletrônica. E aqui não devemos confundir **instrumentação eletrônica** com **instrumen-**

Quantidades elétricas e magnéticas

Tabela 1

Quantidade	Símbolo	Unidade legal SI	Nome unidade	Relação
Corrente elétrica	I	A	ampère	
Tensão	U	V	volt	$1V = 1W/A$
Condutância	G	S	siemens	$1S = 1A/V = 1/\text{ohm}$
Resistência	R	Ω	ohm	$1\Omega = 1/S = 1V/A$
Quantidade de eletricidade	Q	C Ah	coulomb ampère-hora	$1C = 1As$ $1Ah = 3600 C$
Capacitância	C	F	farad	$1F = 1C/V$
Densidade de fluxo elétrico	D	C/cm ²		
Força de campo elétrico	E	V/m		
Fluxo magnético-densidade	O	Wb	weber	$1Wb = 1Vs$
Fluxo magnético-indução	B	T	tesla	
Indutância	L	H	henry	$1H = 1Wb/A$
Força de campo magnético	H	A/m		

tação usada em eletrônica. O primeiro termo refere-se ao conjunto de equipamentos existentes funcionando por meios eletrônicos, e que é usado em todos os campos do conhecimento com a finalidade de testes, medições, monitoração, calibração, aferição e mais alguns outros fins. São equipamentos usados em física, química, geologia, oceanografia, aviação, automobilismo, medicina, pesquisa espacial, esportes etc. Destinam-se a medir todas as quantidades conhecidas, como batimento cardíaco, aceleração, velocidade, unidade, velocidade de reações químicas, rotação por minuto, e assim por diante.

A segunda expressão refere-se a dispositivos eletrônicos utilizados para testes e medições efetuados especificamente em outros dispositivos eletrônicos ou elétricos. É claro que não existe uma linha divisória rígida e inflexível separando os tipos de instrumentos usados exclusivamente em eletrônica e eletricidade daqueles usados em outros campos de trabalho. Há uma espécie de "território comum" e, mesmo neste, a separação é gradual e até interativa. O assunto é vastíssimo mas preso às limitações óbvias de um artigo de revista; procurarei, porém, dar uma visão o mais abrangente possível, com sacrifício da análise detalhada, da instrumentação usada normalmente em laboratórios de eletrônica, com alguma ênfase para os instrumentos mais básicos. Farei o possível também para evitar a

incursão nos outros campos onde se usam instrumentos eletrônicos.

As quantidades medidas - Quando nos propomos a estudar instrumentos usados em eletrônica, devemos primeiramente esclarecer o que esses instrumentos farão por nós. Podemos inicialmente dividi-lo em duas grandes categorias, ou seja, os do tipo geradores e os medidores ou indicadores (por falta de nome melhor). Há também os tipos que poderíamos chamar de mistos, que incorporam funções de geradores e medidores.

Outro fato que devemos estabelecer como básico é que os aparelhos vão medir certas quantidades; portanto, vamos definir quais as quantidades com que vamos lidar e, já que os aparelhos dos quais estamos tratando destinam-se a medições eletrônicas, as quantidades que nos interessam mais de perto são aquelas encontradas nesse campo. E já que falamos tanto em "quantidade" devemos definir esse termo e também um outro, "unidade", com os quais teremos de estar familiarizados, pois são muito usados em medição. É claro que no nosso caso específico, estes termos assumem significado um tanto diferente daquele que têm na linguagem cotidiana, como acontece com tantas outras palavras, que adquirem conotação especial quando usadas em determinado campo de conhecimento. Assim, no caso particular da medição:

Quantidade é uma expressão que está ligada a **valor** e não a relações, e define a coisa da qual se quer conhecer a grandeza, como tempo, corrente elétrica, comprimento, volume.

Unidade é o nome que se dá à quantidade adotada como padrão de medição. É o que expressa numericamente a quantidade medida. Por exemplo, para a quantidade "comprimento", a unidade é o metro; para a quantidade "corrente elétrica", a unidade é o ampère etc.

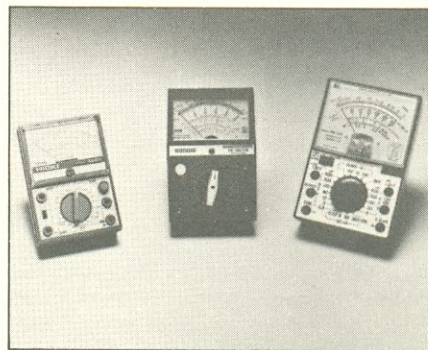
Atualmente, um sistema de unidades aceito internacionalmente está sendo posto em uso. É chamado Sistema Internacional de Unidades, abreviado **SI** em todas as línguas. É um sistema fundamentalmente métrico e tem suas unidades básicas derivadas de fórmulas científicas ou de constantes naturais. Nesse sistema, existem sete unidades básicas, sendo todas as outras derivadas. As sete unidades básicas são: comprimento em metros; massa em quilogramas; tempo em segundos; corrente elétrica em ampères; temperaturas em kelvin; intensidade luminosa em candelas; e quantidade de substância em molas.

Ainda segundo o SI, as quantidades físicas estão reunidas em dez grupos, mas somente mencionaremos aqui o grupo das unidades que nos interessam no momento, para definir o que é medido em eletricidade e eletrônica, e que apresentamos na Tabela 1.

Além das quantidades dessa tabela, utilizamos ainda algumas unidades retiradas dos grupos das quantidades de tempo, de potência e temperatura, que são apresentadas na Tabela 2.

Além dessas, poderemos eventualmente ter de usar alguma outra quantidade, como de intensidade luminosa, por exemplo, mas não seria cabível aqui, sem fugir ao nosso escopo, relacionar todas as unidades do SI. Assim, de modo conciso e direto, analisamos o que é medido ou gerado em eletrônica.

Mas algo me diz que algum leitor contestará esta última afirmativa. Su-



Alguns multímetros analógicos.

giro, então, que leia novamente este capítulo, dedicando especial atenção às tabelas. Foram apresentadas praticamente todas as unidades que são medidas ou geradas por instrumentos usados em eletrônica e eletricidade. E, isto posto, vamos ao passo seguinte.

Finalidades e aplicações dos instrumentos - Sintetizando o assunto, podemos dizer que a finalidade dos instrumentos eletrônicos é detectar, medir, comunicar e gerar as quantidades mencionadas no capítulo anterior. Quanto às aplicações, são inúmeras, mas todas inseridas em cinco campos de atividade: pesquisa, desenvolvimento, manutenção, recreação e produção industrial.

Se as respostas acima parecem muito simplistas, é porque realmente o são. Por outro lado, também se constituem no resumo de toda a verdade sobre o assunto. Naturalmente, o tema pode ser discutido até onde se desejar, mas, com espaço limitado, tentarei analisar as finalidades e aplicações, explicando o mais claramente possível, sem me aprofundar (tarefa das mais difíceis, convenhamos).

Finalidades - A natureza dotou o corpo humano de vários meios de perceber o mundo que o rodeia, mas, mesmo com os clássicos cinco sentidos e mais todos os outros que esqueceram ou não puderam catalogar, nosso corpo é um péssimo instrumento de medição, pois além de ter baixíssima precisão, é incapaz de perceber a grande maioria dos fenômenos que ocorrem na natureza.

Temos a noção de tempo, por exemplo, mas não podemos medi-lo com precisão sem o auxílio de um mecanismo ou um aparelho apropriado. Também somos capazes de perceber tensões sob certas condições (às vezes, dolorosamente), mas não temos possibilidades de medi-las apenas com nossos sentidos. E assim ocorre com todas as outras quantidades físicas.

Como geradores, então, somos ainda piores, pois o único sinal que alguns de nós são capazes de gerar, precariamente, é um tom razoavelmente senoidal, através de assobio (experimentem assobiar em um microfone conectado a um osciloscópio e saberão o que quero dizer).

É evidente, portanto, que se necessitamos detectar e medir as quantidades físicas, necessitamos de algo que

seja uma espécie de interface entre nós e o mundo dos fenômenos naturais. Algo que possa captar o que acontece e apresentá-lo de forma acessível aos nossos sentidos e compreensível às nossas mentes qualitativamente. Além disso, é também necessário que essas quantidades nos sejam apresentadas de forma que tenhamos noção de seu "tamanho", ou seja, medidas quantitativamente.

É justamente essa a finalidade primordial dos instrumentos de teste e medição. Eles têm que nos fornecer informações qualitativas e quantitativas a respeito dos fenômenos e quantidades físicas. No caso dos geradores, a finalidade é, de uma certa forma, oposta, isto é, eles devem "criar" e fornecer quantidades que não poderíamos obter sem o seu auxílio e que não estão à nossa disposição, de forma

mesma, ou seja, detectar, analisar e medir quantidades desconhecidas. No caso dos geradores, é gerar quantidades conhecidas, com características determinadas pelo usuário.

Pode parecer, nesta altura, que tudo isto está muito vago e um tanto confuso, mas vejamos o seguinte: finalidade e aplicação estão bastante interrelacionadas e é realmente difícil estabelecer uma distinção clara entre as duas. Por **finalidade** entende-se objetivo, algo a ser concretizado, e **aplicação** refere-se ao emprego de meios para concretizar um objetivo; portanto, a aplicação de instrumentos eletrônicos é simplesmente fazer com que eles cumpram suas finalidades.

Se agora ficou mais confuso ainda, talvez um exemplo ajude a esclarecer: temos em mãos um voltímetro. A finalidade deste instrumento é medir ten-

Quantidades de tempo, potência e temperatura

Tabela 2

Quantidade	Símbolo	Unidade legal SI	Nome da unidade	Relação
Duração tempo	t	s	segundo	
Frequência	f	Hz	hertz	1Hz = 1/s
Potência	P	W	watt	1W = 1J/s = 1 N m / s
Temperatura	T t	K °C	kelvin graus Celsius	t = T - 273,15

natural, quando delas necessitamos.

Aplicações - Dizer que as aplicações dos instrumentos são inúmeras seria a pura verdade, mas também seria repisar um lugar comum desgastado e falho de imaginação. Fazer uma enorme lista de aplicações específicas seria árido e inútil, pois ninguém iria decorá-la e, além do mais, todos os dias surgem novas aplicações para equipamento eletrônico. Seria também tedioso para o leitor, além de contribuir muito pouco (ou talvez em nada) para a melhor compreensão da ideia básica, que é o mais importante.

Creio, portanto, que a melhor maneira de explicar as aplicações seria relacioná-las com as finalidades. No início do capítulo, referi-me a cinco campos de aplicação, mas não disse que todos eles têm algo em comum: em todos, a finalidade de uso de instrumentos de teste e medição é a

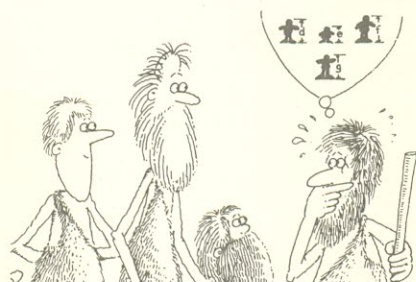
sões; isto é uma característica própria do instrumento. Pensemos agora no que este aparelho poderá fazer por nós, no que poderemos aplicá-lo. Obviamente vamos usá-lo quando tivermos de medir uma tensão qualquer. Portanto, finalidade é uma característica própria do aparelho, é aquilo que determina "para que serve" o instrumento, enquanto aplicação é o uso que podemos fazer dele, aproveitando suas características.

Mas para compreendermos bem as aplicações dos instrumentos, há ainda um conceito que devemos ter em mente: todos os instrumentos de teste e medição são basicamente (eu disse **basicamente**) constituídos de três partes: uma sensora, outra condicionadora ou manipuladora de sinais, e outra de apresentação de dados ao usuário ou a um outro aparelho ou processador.

A parte sensora pode assumir as mais diversas formas e funções, desde um simples par de pontas de prova, a um sensor de temperatura, uma ponta para alta tensão ou até mesmo um telescópio como o de Monte Palomar. O importante é que esta parte da instrumentação tem a finalidade de captar o fenômeno a ser medido ou observado e de o entregar de forma apropriada à segunda parte do equipamento.

A parte condicionadora de sinal nem sempre leva esse nome. Ela pode ser constituída de várias formas, desde um mero divisor resistivo até um sistema computadorizado. O importante a ser compreendido é que ela tem por objetivo manipular o sinal obtido através da primeira parte e entregá-lo à terceira parte de forma compatível.

A última parte funciona como elemento de comunicação entre o instrumento e seu usuário. Ela pode ser um



galvanômetro, um *display* digital, a tela de um osciloscópio, uma luz que se acende, uma impressora, uma interface, um terminal de computador etc. Convém notar que o usuário não é necessariamente um ser humano; pode ser uma máquina, por exemplo.

Em resumo, os instrumentos são sempre constituídos de sensor, manipulador ou condicionador de sinal e indicador ou comunicador. Vale ressaltar que o sensor nem sempre é único. Existem instrumentos com dezenas ou até mesmo centenas de sensores, funcionando em grupos, em altíssima velocidade. Naturalmente, tais instrumentos possuem uma parte manipuladora de sinais altamente complexa.

No caso dos geradores, a configuração é mais ou menos inversa, no que se refere ao caminho percorrido pelo sinal. Eles possuem uma seção geradora propriamente dita, uma condicionadora de sinal e uma terceira

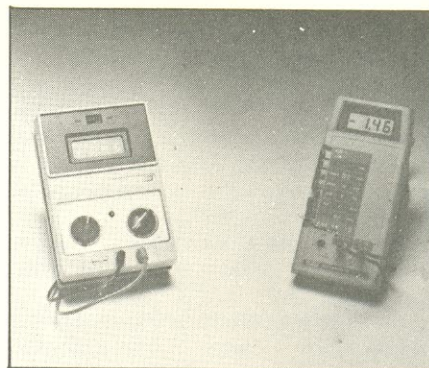
que seria a excitadora, ou seja, a que entrega o sinal devidamente condicionado e conformado às necessidades. Por este motivo, eles serão tratados de forma muito resumida adiante.

Para terminar esta parte, gostaria de lembrar que muito papel e tinta já foi gasto ensinando as aplicações de instrumentos eletrônicos. Aqueles mais complexos vêm acompanhados de grossos manuais explicativos e a maioria das indústrias emprega engenheiros de aplicação, cujo trabalho é descobrir todas as formas possíveis de se usar os aparelhos, além de orientar os usuários na sua aplicação (e também, muitas vezes, escrever os tais manuais). Mas, por mais complexos que sejam os aparelhos e por mais intrincadas que sejam suas finalidades e aplicações, serão sempre fundamentados nos conceitos básicos expostos até aqui.

Tipos e características dos instrumentos - Até agora falei sobre instrumentação de maneira geral, sem citar especificamente nenhum aparelho. Desejava dar primeiramente uma idéia global a respeito de instrumentação, que pudesse ao mesmo tempo formar uma base de conceitos fundamentais, válidos para toda a instrumentação, de forma a poder criar uma visão mais abrangente do assunto, antes de entrar em pormenores. Agora vamos examinar mais de perto alguns instrumentos usados em trabalho de eletrônica e eletricidade.

Por motivos óbvios, não tenho condições de examinar detalhadamente todo e cada instrumento existente no mundo, nem mesmo em nossa cidade. Por motivos também óbvios, não poderei citar os fabricantes de cada aparelho existente, mas todos eles merecem o nosso mais alto apreço. E por motivos mais óbvios ainda, não poderemos mencionar preços.

Multímetros - A lei de Ohm é a mais fundamental da eletrodinâmica; portanto, o instrumento básico, também fundamental para trabalhos em eletrônica e eletricidade, é aquele com o qual se pode medir as quantidades expressas naquela lei. Esse instrumento é normalmente chamado por nomes diferentes, dependendo de quem o usa e onde. Pode ser denominado **multímetro**, que se não é o nome mais correto, pelo menos é o mais fácil de pronunciar. Outros o chamam de mul-



Multímetros digitais típicos, ambos com visor de cristal líquido.

títeste que, se devidamente traduzido, deveria ser "multitestador", que já dá margem a interpretação menos séria. Também é denominado VOM, abreviação de volt-ohm-miliamperímetro, tradução literal de *volt-ohm-milliammeter*. E há ainda quem o chame simplesmente de *tester*, o que achamos por demais genérico. Acreditamos que deve haver ainda outros nomes, principalmente nas regiões mais afastadas dos grandes centros.

Mas, como quer que seja chamado, estamos nos referindo a um instrumento analógico (e não "análogo", como querem alguns), provido de um galvanômetro em várias escalas, uma ou mais chaves para comutação dessas escalas e um par de pontas de prova. Na figura 1, temos um exemplar desse tão famoso instrumento. Naturalmente, existe uma infinidade de modelos, de todos os tamanhos, com diferentes características, variedade de escalas e... confiabilidade.

Evidentemente, sua função é medir tensão, resistência e corrente, sendo que a maioria possui ainda uma escala em dB (que nunca é usada) e alguns, mais sofisticados, possuem escalas que indicam tensão e corrente nas pontas de prova, para medição de semicondutores, e até mesmo uma para medição de capacitância e indutância, com o auxílio de uma fonte CA externa de 60 Hz.

A faixa de preço desses aparelhos é tão extensa quanto a faixa de modelos existentes no comércio. Evidentemente, o preço está em proporção direta com a qualidade e os recursos disponíveis, como número de faixas de medição, sensibilidade, precisão etc. De qualquer forma, o tipo e sofisticação do instrumento a ser escolhido deve estar mais de acordo com a aplicação que ele terá do que com seu

preço. Um instrumento barato, que não preencha os requisitos necessários, é caro.

Atualmente há uma certa tendência a se desprezar os multímetros analógicos em favor dos digitais, devido ao barateamento destes últimos e da facilidade de encontrá-los à venda no comércio. A maior vantagem dos multímetros digitais (também chamados DMM, do inglês *Digital Multimeter*) sobre os analógicos é sua grande precisão de medida. Deveríamos dizer "exatidão", que seria mais correto, mas o termo "precisão" já se tornou de uso corrente.

Exatidão - Seria a capacidade de efetuar medições o mais próximo possível do real, ou seja, do padrão. **Precisão** refere-se à maior ou menor aproximação da medição, em termos de casas decimais. Por exemplo, um aparelho mede uma determinada tensão e obtém 9,81 V, enquanto um outro mede 9,935 V; o valor real é de 9,77 V. Neste caso, o segundo mediu com

maior precisão, mas a medição do primeiro foi mais exata, pois seu erro é quatro vezes menor do que o do outro.

Voltando aos digitais, atualmente é possível adquirir-se um multímetro desse tipo pelo mesmo preço de um analógico de boa qualidade, mas este último ainda continua sendo imprescindível em um laboratório, pelo simples motivo que os digitais não são bons para acompanhar variações, principalmente aquelas relativamente rápidas. Também não são bons para dar idéias da ordem de grandeza dentro de uma faixa, de forma quase que instantânea. Os DMM têm uma característica, chamada "tempo de conversão", isto é, eles demoram certo tempo para converter um sinal analógico colocado em sua entrada para digital. Durante esse período, ele estará mostrando o valor obtido no período de conversão anterior e, se houver uma variação rápida, ele não será capaz de acompanhá-la e registrá-la, ou a registrará incompleta, se ela durar menos

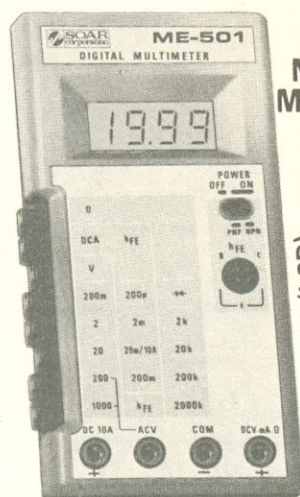
do que dois períodos de conversão.

Por outro lado, os multímetros digitais apresentam três outras características que são vantajosas em relação aos analógicos. A primeira é que a maioria deles apresenta impedância de entrada constante em todas as escalas, mesmo nas mais baixas (geralmente de 10 M Ω) e alguns mais sofisticados chegam a ter impedâncias superiores a 1000 M Ω nas escalas menores. Isto não acontece nos analógicos, com exceção de uns poucos modelos muito caros, providos de circuitos de entrada com FET (transistor de efeito de campo). A segunda vantagem é que os DMM podem ler valores muito pequenos de tensão, corrente e resistência. E a terceira é sua robustez, pois não possuem partes móveis.

Quanto à precisão, inegavelmente os digitais ganham de longe. A precisão dos analógicos fica geralmente ao redor dos 3 a 5%, podendo ser até de 2% nos de custo mais elevado, ao passo que até os digitais de baixo



MULTÍMETROS DIGITAIS DE ALTA PRECISÃO



NOVOS
MODELOS

ME-501 (LCD)



ME-3030 (LCD)

"MULTÍMETRO ME-501"

- Display LCD — 3 1/2 dígitos
- V-DC — 200mV a 1.000V. precisão 0,8%
- V-AC — 200V a 1.000V. precisão 1,2%
- A-DC — 200 μ A a 10A precisão 1,2%
- OHM — 2K a 2M precisão 1,0%
- Proteção contra sobre-cargas em todas as escalas
- Teste de diodos
- Teste direto de hFE de transístores
- Tempo de vida da bateria 300 horas (típica).

"MULTÍMETRO ME-3030" (similar ao FLUKE 8020A)

- Display LCD — 3 1/2 dígitos
- V-DC — 200mV a 1.000V. precisão 0,25%
- V-AC — 2000mV a 750V precisão 0,5%
- A-DC — 200 μ A a 10A precisão 0,75%
- A-AC — 200 μ A a 10A precisão 1,0%
- OHM — 200 a 20M precisão 0,25%
- Proteção contra sobre-cargas em todas as escalas
- Teste de diodo
- Teste de condutividade com som audível
- Mudança de escala automática ou manual

Desejo receber pelo reembolso, o multímetro SOAR.

NOME:
EMPRESA:
RUA: Nº
CEP: CIDADE: ESTADO:
TEL: CIC: R G:

MODELO: ☐ ME-501 (LCD) Cr\$ 450.769,00

MODELO: ☐ ME-3030 (LCD) Cr\$ 619.228,00

REEMBOLSO: ☐ VARIG ☐ VALE POSTAL ☐ CHEQUE VISADO

• BAIXO CUSTO • EXCELENTE DESEMPENHO

(Temos Também Multímetros de Bancada Modelo MC536A)

Representada com Exclusividade no Brasil por



SEON

Rua Antonio de Godoi, 122 — 12º andar — cjs. 126/129

Tel.: 223-5415 — 223-1597 — 222-1183 e 222-3614

CEP 01034 — SÃO PAULO — SP

Telex 1136425 — SEON

custo podem ter precisão de 0,5 ou mesmo 0,25%. À medida que os modelos vão se sofisticando (e encarecendo), a precisão também aumenta, para 0,1, 0,05% e melhor.

Cabe aqui esclarecer um ponto bastante importante: existem multímetros digitais de 3 1/2, 4 1/2, 5 1/2 e 6 1/2 dígitos, e isto também tem muito a ver com a exatidão da medida. Vamos elucidar com um exemplo: um DMM de 3 1/2 dígitos ao medir 100,0 V, digamos, poderá indicar apenas uma casa depois da vírgula (ou seja, 100,0), o que torna impossível uma precisão melhor do que 0,1%, pois 0,1% de 100 V é 0,1 V, o que é o máximo possível de resolução da escala. Além disto, a precisão é normalmente expressa por uma certa porcentagem da leitura, mais ou menos um certo número de dígitos - digamos, 0,1% da leitura, ± 1 dígito.

Isto significa que, no exemplo anterior, a leitura de 100,0 V poderia ser de uma tensão real entre 99,8 e 100,2 V, o que equivale a uma precisão efetiva de 0,2%.

Estou fazendo estas considerações sobre precisão porque muitas vezes o comprador "distraindo" pode não ter uma idéia clara das características reais do instrumento que está adquirindo e levar algo que não preencha realmente as suas necessidades, ou então efetuar medições acreditando que o está fazendo com uma certa exatidão, quando na realidade não está.

Por isso quero enfatizar a necessidade de uma atenção especial às especificações dos instrumentos, não somente por ocasião da sua compra, mas também durante seu uso, para não incorrer em erros do tipo exemplificado atrás e outros, como no caso dos instrumentos analógicos, cuja precisão é expressa em uma porcentagem de fundo de **escala** e não de **leitura**. Isto que dizer que, em uma escala de 100 V, por exemplo, com uma precisão de $\pm 3\%$, a precisão será de 3 V para **toda** a escala; ou seja, se for efetuada uma medição de 30 V, a leitura será de 30 ± 3 V ou, em outras palavras, um precisão **real** de 10%! Essa é outra vantagem dos digitais, pois sua precisão é a da leitura, e não do fundo de escala.

Mas não podemos, com tudo isto, esquecer que os analógicos ainda possuem grandes vantagens e uma prova disso é que os aviões mais mo-

dernos usam instrumentos analógicos; uma das razões é que eles dão uma idéia da grandeza da medição através de um simples olhar, pela posição do ponteiro na escala, sem necessidade de se ler um número e interpretá-lo. Quando não se tem necessidade de alta precisão, mas sim de rapidez de leitura, isto é decididamente uma vantagem. Outro exemplo é o dos conta-giros de automóveis. Alguém que já tenha tentado dirigir um carro com conta-giros digital e realmente usá-lo, sabe bem a que me refiro. E se não o fez, lembre-se que os Fórmula 1 usam conta-giros analógicos. Por que será?

Voltando aos multímetros digitais, vejamos na figura 2 uma foto de alguns deles. Note que possuem várias faixas de medição, em escalas de tensão CC e CA, corrente idem e resistência. E aí está algo mais em que o

Os multímetros analógicos e digitais coexistem na indústria

digital sobrepuja o analógico, pois estes geralmente medem resistências com pouca exatidão e não podem medi-las de valores muito baixos, ao passo que os digitais, mesmo os mais simples, possuem resolução de medida de 100 miliohms; e, se for de 4 1/2 dígitos, a resolução será de 10 miliohms. A escala mais alta de resistência é, geralmente, de 20 M Ω , mas existem aparelhos com escalas mais elevadas, como 300 M Ω , por exemplo.

Ainda na faixa de resistência, alguns DMM possuem uma escala especial para medição de junções de semicondutores, que é extremamente útil e precisa, pois funciona pelo princípio de injetar corrente e medir a queda de tensão. Sabendo que em uma junção de silício a queda deve estar entre 0,6 e 0,8 V, obtém-se indicação precisa das condições do semicondutor com uma única medição de cada junção.

Em medição de corrente, os digitais também são melhores do que os analógicos, não somente pela maior precisão, mas também porque me-

dem corrente alternada.

Quanto aos DMM existentes à venda, há um grande número de marcas e modelos, desde os mais simples, vendidos em forma de kit e destinados principalmente a amadores, até os altamente sofisticados, com escalas de condutância, memória para retenção de leitura, cancelamento de desvio do zero e outros "luxos". Ultimamente têm surgido multímetros digitais (adivinhem!) "microprocessadorizados", contendo a personagem mais badalada do momento nos meios eletrônicos: o microprocessador. Estes aparelhos sofisticadíssimos são naturalmente programáveis e capazes de proezas incríveis, como a de calcular e mostrar a porcentagem de desvio de uma medição em relação a um valor previamente estabelecido ou efetuar várias leituras a intervalos de tempo pré-programados, armazenando-as em uma memória, para depois apresentá-las, mediante chamada, em ordem crescente ou decrescente.

Quanto ao tamanho e peso dos DMM, existem atualmente modelos muito pequenos, que cabem perfeitamente no bolso e são levíssimos, com cerca de 400 g; mas mesmo os modelos de bancada, devido à crescente miniaturização dos componentes e a integração em larga escala, não são muito grandes nem pesados, sendo que dimensões em torno de 20 x 8 x 25 cm são mais ou menos padronizados para vários modelos. Quanto aos preços, estão situados em faixa muito ampla, dependendo da marca e modelo.

Até agora apresentamos os multímetros analógicos e digitais de uma maneira um tanto comparativa e não separadamente, o que foi feito com a finalidade não de confundir, mas de ressaltar as diferenças fundamentais entre os dois tipos. Se me fosse perguntado qual dos dois tipos é o melhor, eu perguntaria: melhor para quê? Tudo depende da aplicação. Creio que o ideal seria ter os dois tipos, mas para quem puder adquirir apenas um e for o seu primeiro, inegavelmente o melhor é o digital. Porém, mais cedo ou mais tarde, ele irá sentir a falta de um analógico. Mesmo que seja apenas para tentar descobrir o defeito do digital quando este pifar...

Depois do multímetro, o instrumento mais útil em um laboratório de eletrônica é o osciloscópio. Este será, portanto, o objetivo de discussão no próximo número, entre outros. ●

Menos instruções, VLSI mais rápida

É a tese por trás do RISC, o computador que emprega um conjunto reduzido de instruções, baseado num microprocessador de 32 bits

As vantagens da simplicidade já foram cantadas em prosa e verso, desde os epigramas de Henry D. Thoreau ("simplifique, simplifique" era seu redundante conselho) até o corrosivo KISS (*Keep It Simple, Stupid*) de nosso século. Esse mesmo conselho está sendo oferecido desde 82 aos projetistas da integração em altíssima escala, apoiado por um forte argumento: um microprocessador de 32 bits projetado por estudantes, que funcionou na primeira tentativa e ultrapassou o desempenho de vários processadores comerciais, como o 432 da Intel, o 68000 da Motorola e o VAX 11/780 da Digital.

David Patterson, principal arquiteto desse circuito VLSI e professor da Universidade da Califórnia (UCLA), atribui esse desempenho ao pequeno e simplificado conjunto de instruções. De fato, o integrado ficou conhecido como RISC (*Reduced-Instruction-Set Computer*), em contraste com o que Patterson chama de CISCs, ou computadores com um conjunto bastante complexo de instruções e que prevalecem atualmente na indústria.

O circuito RISC dispõe de apenas 31 instruções que, por projeto, são executadas em um único ciclo de *clock* e são todas do mesmo tamanho. Dentre elas, somente os comandos de carregamento e armazenamento têm acesso à memória; o restante opera entre registradores do integrado.

Quando testado em vários programas de *benchmark*, o componente RISC superou todos os outros. Comprovando essa tese, outros processadores semelhantes ao RISC demonstraram sua superioridade sobre os CIs de instruções complexas; há, por exemplo, o MIPS, desenvolvido pela

Universidade de Stanford, também da Califórnia, e o microcomputador IBM-801.

Outros projetistas de computadores, porém, questionam a afirmação de que o grupo reduzido de instruções seja responsável pelo bom desempenho; há um consenso geral, por outro lado, de que o CI não pode ser ignorado e que a indústria tem muito o que aprender com ele.

Como regra geral, o desempenho da UCP é determinado não só pela frequência de *clock*, mas também pelo número de instruções executadas e a eficiência de execução. Engenheiros encarregados de escrever compiladores, que se defrontam com o problema de "casar" a semântica de linguagens de alto nível com a da linguagem de máquina, consideram em geral as instruções mais complexas difíceis de implementar, pelo fato de exigirem muitas instruções de máquina.

O problema deriva do fato que, quanto mais elevado o nível da linguagem, maior tende a ser o "descasamento" semântico. Além disso, um programa que tem de ser compilado em um grande número de instruções de máquina, poderá tomar um tempo excessivo para rodar, particularmente quando a UCP deve permanecer inativa durante a transferência de dados e para a memória. A abordagem RISC contorna as instruções complexas e tem como objetivo a máxima eficiência da UCP, baseando-se no compilador para produzir seqüências otimizadas de instruções.

Projeto engavetado - A IBM americana deu início ao seu projeto 801 em 1975, a fim de investigar o valor da ar-

quitetura dos computadores. O *hardware* do 801, construído com integrados da lógica ECL, utilizando a integração em média escala, registrou a fantástica cifra de 10 milhões de instruções por segundo.

Essa máquina, no entanto, não foi construída com o objetivo de torná-la um produto comercial; o projeto está agora sendo simulado em um IBM 370, enquanto o verdadeiro 801 goza de uma honrosa aposentadoria, em um museu do estado de Nova Iorque.

Mark Auslander, gerente de *software* de 801, salienta que o usuário da arquitetura de um computador é o compilador e não o programador humano. A principal preocupação do projetista de compiladores deve ser a de determinar se os comandos serão executados por uma única instrução ou por uma seqüência delas. "A maioria das instruções complexas pode ser executada por uma seqüência de instruções simples, controlada por memória RAM", afirma. O projeto do 801 serviu simplesmente para expor esse microcódigo ao *software*. "A idéia por trás dos conjuntos reduzidos de instruções", continua Auslander, "é a de fazer, no tempo de compilação, aquilo que se pode computar uma só vez e de realizar em *hardware*, durante a rotação do programa, aquilo que se faz sempre".

Por ser inteiramente formada por principiantes, a equipe de estudantes de Patterson nem tentou produzir um integrado excepcionalmente rápido e compacto; de fato, foram utilizados traçados de 4 µm do projeto. O programa de traçado, chamado César e também desenvolvido na UCLA, foi deliberadamente restrito a um desenho tipo "Manhattan" — ou seja, formado apenas por horizontais e verticais — resultando numa pastilha relativamente grande, de 10,3 por 9 mm.

Patterson atribui o rápido sucesso do projeto à simplicidade do RISC, que deu grande regularidade ao circuito. Define-se "regularidade" do traçado de um CI como a razão entre o número de transistores que devem ser usados e aquele que foi realmente utilizado.

No caso do RISC, apenas um transistor em 25 (ou seja, 1.800 dos 45 mil utilizados) teve que ser projetado separadamente; o restante pôde ser copiado diretamente, sem problemas. Quanto ao desempenho, pelo fato de não exigir uma grande seção de con-

trole, o integrado reservou uma boa área para 78 registradores de 32 bits, que vieram aliviar a UCP do trabalho de transferir dados para fora e para dentro da memória. Esses registradores tornaram-se ainda mais eficientes pela sobreposição de registradores lógicos — o que minimizou o movimento de dados em chamadas de procedimento.

Disputa - Alguns projetistas insistem que não foi a abordagem RISC em si a contribuir para o elevado desempenho do integrado, mas sim a técnica dos registradores sobrepostos. Patterson retruca que, se tivessem sido mantidos o conjunto complexo de instruções e a memória ROM de controle associada, simplesmente não haveria lugar para tais registradores. Esse argumento, apesar de plau-

sível, é considerado pouco científico em alguns meios.

O sistema RISC, porém, não é novo e nem só na UCLA ele é considerado uma coisa útil. Outro grupo de estudantes, desta vez em Stanford, em suas aulas de projeto, surgiram com o MIPS, que promete superar o próprio 68000. A exemplo do RISC, o integrado MIPS emprega registradores para evitar carregamentos e armazenamentos de memória e todas as suas instruções são executadas num único ciclo de clock.

Esse "primo" do RISC ainda não havia sido testado, em fins de 82, mas o projetista John Henessey podia provar, através de simulações, que o MIPS era quase quatro vezes mais rápido que o 68000 — isto, rodando um *benchmark* destinado a computadores denominado *Puzzle*. Henessey estimava, na época, que o integrado

MIPS poderia executar dois MIPS.

Há notícia, também, de que alguns dos principais fabricantes de integrados, como IBM, TRW, Fairchild, HP e Digital, estão investigando suas próprias arquiteturas RISC. O conjunto de CIs NCR/32, por exemplo, assemelha-se ao *hardware* RISC em sua estrutura de comando.

O fenômeno RISC gerou muita controvérsia na comunidade VLSI, onde os relatórios de Patterson foram chamados de "descrições de um trabalho incompleto". Mas seu objetivo básico, segundo o próprio Patterson, era generalizar o projeto de computadores, tornando-o acessível a pessoas com uma gama mais ampla de experiências. E, para apoiar esse esforço, baseou-se no RISC. ●

© - Copyright Electronics International

RISC: projeto mais rápido e simples?

O microprocessador 432, da Intel, é frequentemente citado como exemplo flagrante do modelo que utiliza um conjunto de instruções complexas, aplicado à integração em altíssima escala. Justin Rattner, porém, um dos principais projetistas do 432, não crê que o rótulo seja adequado. Como o RISC, o processador da Intel é uma máquina verticalmente microcodificada, com apenas alguns campos em cada instrução e com a maioria das instruções executadas num único ciclo da UCP. A diferença reside, segundo Rattner, na interface com a linguagem de alto nível, que no 432 é embutida no CI e no caso do RISC, fica aberta ao programador.

Além disso, Rattner hesita em admitir que o sistema RISC seja inerentemente mais rápido e fácil de projetar. Ele se justifica dizendo que, "pela simplificação do conjunto de instruções, essa abordagem não permite que sua arquitetura tire proveito de estruturas lógicas mais poderosas". Como exemplo, ele cita a operação de multiplicação, que no RISC deve ser feita por uma iteração de deslocamento e soma, enquanto um CI dotado de instruções complexas pode dispor

de uma instrução específica de multiplicação, muito útil em processamento de imagens. Ademais, continua Rattner, o modelo de memória do RISC é bastante simples — lendo ou escrevendo apenas uma palavra por vez. Em contrapartida, as memórias RAM dinâmicas são capazes de ler 8, 12 ou 16 bytes por vez e canalizar os dados por um barramento.

Grande parte do desempenho do RISC deriva de seu sistema exclusivo de sobreposição de registradores, afirma Rattner. O projetista do 432 mostra-se cético, também, sobre a alegação de que o método RISC simplifica o projeto e, portanto, reduz o tempo de desenvolvimento. "Dizem que o integrado foi desenvolvido em 6% do tempo tomado pelo 432", observa. "Concordo, mas realizaram apenas 6% do trabalho". Isto porque, segundo Rattner, o projeto RISC não inclui unidades de ponto flutuante e de gerenciamento de memória.

Por outro lado, ele aprova sem reservas alguns aspectos da abordagem, como a importância da rápida decodificação e execução das instruções. O predomínio é das instruções simples, diz ele, e não

há dúvida que devem ser decodificadas e executadas num só ciclo de clock. Em sua opinião, entretanto, uma arquitetura que se apegue radicalmente ao RISC pode limitar demais o projetista. Ao dispor de uma interface de alto nível, continua ele, as seqüências de microcódigos — como deslocamento de blocos ou chamadas de procedimento — podem ser implementadas em hardware, mas apenas se a máquina aceitar tais instruções. Ele finaliza sentenciando que, "do ponto de vista da evolução técnica, o sistema RISC pode amarrar demais o projetista".

Uma solução, sugere Rattner, seria introduzir subconjuntos RISC de formato fixo e ciclo único em arquiteturas convencionais; nesse caso, as instruções complexas poderiam continuar a ser codificadas em memória ROM. A ramificação com retardo e a sobreposição de registradores, desenvolvidas para o RISC, podem ser perfeitamente aplicadas a arquiteturas diferentes e é provável que sejam seriamente consideradas. "Na próxima geração de CIs, poderemos incorporar as idéias lançadas pelo RISC, sem afetar a arquitetura vigente".

BRASIL

ABC-Xtal vai produzir fibras óticas

Quando, em maio próximo, forem inauguradas em Campinas as instalações da ABC-Xtal terá sido dado, sem dúvida nenhuma, um grande passo no desenvolvimento de tecnologia de ponta no Brasil. A principal atividade da fábrica será a produção de fibras óticas — fios de quartzo fundido, extremamente finos, por onde passam sinais luminosos — destinadas ao setor de telecomunicações. Seu principal cliente será justamente quem lhe forneceu a tecnologia: a Telebrás.

Esse fato é de fundamental importância para o país, pois assegurou que uma empresa nacional passasse a atuar num mercado bastante promissor e, principalmente, tornou possível o aproveitamento das pesquisas desenvolvidas nos laboratórios da Universidade de Campinas e no CPqD — Centro de Pesquisa e Desenvolvimento — da própria Telebrás.

Isso certamente não ocorreria se as fibras fossem desenvolvidas no Brasil por uma empresa estrangeira. Afinal, mesmo que inicialmente as empresas estrangeiras desenvolvessem a tecnologia necessária para a fabricação da fibra, haveria o risco de que elas não continuassem investindo em pesquisa, após o início da produção.

A compra da X-tal — Grande parte dos equipamentos da ABC-Xtal vieram da X-tal, empresa sediada no Rio

de Janeiro e que teve seu controle acionário transferido para a ABC-Sistemas Eletrônicos, subsidiária do grupo mineiro ABC-Empreendimentos e Participações. A X-tal já possuía uma certa experiência na produção das fibras, mas apenas em aplicações industriais, como telemetria, além de produzir cristais osciladores.

Num investimento de US\$ 1,5 milhão, a ABC-Xtal produzirá 1.500 km de fibras por ano; entretanto, segundo a própria empresa, dentro de seus 1.300 m² de área será possível produzir anualmente 3.000 km de fibra. De acordo com José Mauro Leal Costa, diretor técnico da ABC-Xtal, a empresa atuará também em outros segmentos, além de telecomunicações, com o objetivo de fornecer os sistemas completos de transmissão.

Este propósito também é compartilhado pela Pirelli, apesar da empresa ter sido impedida de fornecer fibras óticas para a Telebrás, devido ao estabelecimento da reserva de mercado por cinco anos. Porém, segundo o seu gerente de engenharia de cabos, Carmine Taralli, a Pirelli atuará na área militar e, recentemente, recebeu pedido de uma concessionária de energia elétrica, a Eletronorte, para o fornecimento dessas fibras. Além disso, está incluída entre as nove fabricantes que fornecerão cabos para revestimento das fibras à Telebrás.

O futuro das fibras no mercado mundial, diga-se de passagem, apresenta excelentes perspectivas, devido às suas características, que proporcionam vantagens em relação ao sistema atual. Por ser um dielétrico, a fibra é imune a interferências, particularmente de natureza eletromagnética, ou qualquer outro ruído. Além disso, apresenta altíssima resistência a radiações nucleares; pequenas dimensões; baixo peso; e ausência de diafonia.

Modelo de desenvolvimento — O projeto de fibras óticas nasceu em 1975, na Unicamp, financiado pela Te-

lebrás, com pouquíssimos recursos humanos e quase sem laboratório especializado. Por isso, de acordo com Leal Costa, “ele acabou servindo como modelo de desenvolvimento de uma tecnologia de ponta no Brasil; pois foi aqui que desenvolvemos técnicas de processo, a estrutura para o atual estágio de industrialização e formamos o pessoal especializado”.

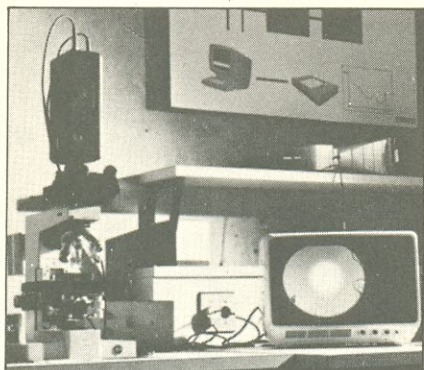
Em 1978, o grupo se dividiu em dois subgrupos; um deles atua no Instituto de Física da Unicamp, desenvolvendo um trabalho mais acadêmico, voltado para a área de recursos humanos, através de teses de mestrado e doutorado. Esse pessoal e, sua maioria, forma hoje a equipe da ABC-Xtal como gerentes e técnicos.

O segundo grupo ficou no próprio CPqD da Telebrás, para o aperfeiçoamento da tecnologia em si. Em 1983, o projeto finalmente atinge um nível considerado satisfatório, permitindo sua transferência para a indústria.

As fibras no mundo — “A qualidade de uma fibra ótica é determinada por sua banda passante e sua atenuação”, explica Chaim Tencer, gerente de engenharia de telecomunicações da Pirelli. Segundo ele, desde o início do desenvolvimento das fibras óticas, na década de 60, até os dias de hoje, a atenuação foi reduzida para um milésimo, a capacidade de transmissão aumentada dezenas de vezes e as aplicações se diversificaram.

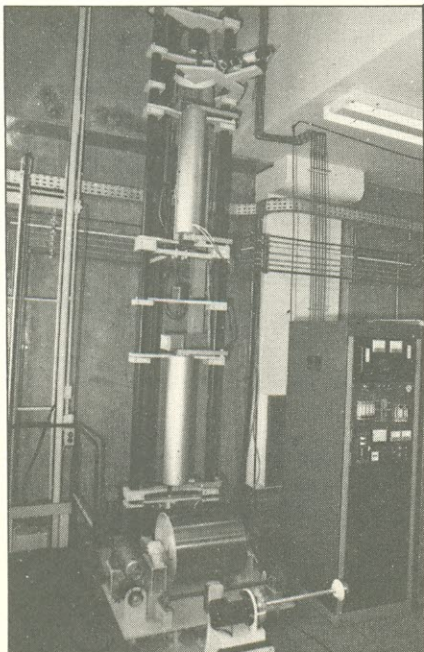
Para se ter uma idéia geral do nível do desenvolvimento, em 1966 as fibras apresentavam uma atenuação variável de 2000 a 3000 dB/km e eram utilizadas principalmente na medicina e instrumentação. Conforme o índice de atenuação foi baixando, suas aplicações ampliaram-se, sendo que para uso específico em telecomunicações a fibra somente viabilizou-se no início da década de 70.

O estágio tecnológico da época permitiu uma redução da atenuação para 20 dB/km — com uma fibra desenvolvida nos laboratórios da *Corning Glass Works*, dos Estados Unidos. Hoje, a atenuação está em torno de 3,0 dB/km a 800 nm e 1,5 dB/km a 1.300 nm; e a largura de banda, de 600 e 800 MHz.km, respectivamente. No entanto, acrescenta Tencer, o marco que possibilitou o uso da fibra como meio transmissor aconteceu em 1962, quando experiências utilizando *laser* semiconductor obtiveram êxito.



Ampliação da fibra onde se vê o núcleo e as várias camadas de vidro.

O uso da fibra não implica em grandes modificações nos sistemas onde eventualmente seja implantada. Ela exige apenas o uso de um conversor eletro-ótico que utiliza diodos laser. Dessa forma, em telecomunicações, por exemplo, cada central telefônica terá um destes conversores que transformarão os sinais elétricos em luminosos. Quando as distâncias forem longas, haverá necessidade de se instalar repetidores de sinais. Como a produção de fibras óticas da ABC-Xtal inicialmente será pequena, os diodos la-



Torre de estiramento da fibra, do centro de pesquisa da Pirelli.

ser serão produzidos em escala piloto pelo CPqD da Telebrás.

Segundo informações da Telebrás, a Telesp receberá os primeiros cabos para implantá-los em novos entroncamentos de centrais telefônicas ou substituindo cabos instalados há alguns anos e que apresentam defeitos.

Composição e família das fibras óticas — A fibra ótica é formada por um núcleo, casca e revestimento de náilon. Quando o núcleo e a casca são de sílica pura, ela é utilizada para interligações a longas distâncias — telecomunicações especificamente — por apresentar melhor qualidade. Mas ainda existem fibras em que núcleo e casca são de vidros compostos, núcleo de sílica e casca de plástico, e núcleo e casca de plástico, esta última com aplicações em curtas distâncias. Portanto, o uso da fibra é fator determinante para escolha do material que deverá ser empregado.

De acordo com o atual estágio da tecnologia, existem três famílias de fi-

bras: Índice por degraus (*Step Index*), Índice Gradual (*Graded Index*) e Monomodo (*Single mode*), sendo as duas primeiras classificadas de multimodo. *Índice por degraus* — possui dois índices de refração constantes, um para o núcleo outro para casca — esta possui um índice de refração menor do que o núcleo, para permitir a “reflexão total”, princípio de propagação da luz numa fibra ótica. Este tipo de fibra tem aplicações na telemetria e telemando, em regiões de alta interferência eletromagnética, pois não transmite grandes quantidades de informações. É facilmente confeccionada.

Índice Gradual — neste caso, o índice de refração do núcleo é variável: a fabricação já é bem mais complexa, exigindo equipamentos mais sofisticados e maior especialização dos recursos humanos. É a fibra ideal para telecomunicações. Atualmente vem sendo utilizada em sistemas com capacidade de transmitir até 2 mil canais telefônicos.

Monomodo — Ainda em fase de desenvolvimento, inclusive no Brasil. Futuramente substituirá as fibras Índice Gradual, pela sua capacidade de transmissão bem maior. O perfil do índice de refração desta fibra pode ser tanto constante como variável e sua principal vantagem é a de propagar a luz de um único modo.

A confecção da fibra ótica parte do cristal de quartzo natural, do qual o Brasil possui uma das maiores reservas de jazidas no mundo. A partir de um processo de difusão, é obtida a matriz para a fabricação das fibras, de sílica pura — esta matriz, insumo básico para a produção da fibra, é importada da Alemanha.

O processo de fabricação difundido em vários países, conhecido por Deposição por Oxidação de Vapor (*Chemical Vapour Deposition*) consiste na fabricação de “pré-formas” e no seu estiramento. Este processo se divide em várias tecnologias que se diferenciam pelo método de obtenção da “pré-forma”. A técnica desenvolvida no CPqD da Telebrás é a da Modificação da Deposição por Oxidação de Vapor (*Modified Chemical Vapour Deposition*). Esta técnica consiste na deposição de camadas de vidros de composições variadas, por oxidação de vapor, no interior de um tubo de sílica. Estes materiais depositados formam o núcleo.

Após a confecção da pré-forma, ela é estirada; simultaneamente a esse processo de puxamento da fibra, é aplicada sobre a mesma um revestimento de plástico.

Este processo serve para todos os tipos de fibras, seja índice gradual, por degraus ou monomodo.

Rita Rita Rita Rita Bits

*Assine a
revista de
microcomputadores
que não é escrita
em computês.*



E.U.A.

NASA quer processar cristais no espaço

Apesar dos poucos resultados práticos, os experimentos destinados a desenvolver, no espaço, materiais semicondutores com baixo índice de defeitos já despertaram grandes esperanças para uma produção comercial em órbita a partir de 1990. Os responsáveis pela agência espacial americana estão bastante interessados no processamento de cristais e ligas de difícil produção na Terra. Entre esses materiais estão o telureto de mercúrio-cádmio (empregado em dispositivos de infravermelho) e o iodeto mercúrico (para detectores de radiação X e gama de alta resolução).

A NASA já assinou, inclusive, um contrato com uma empresa da Flórida, visando a produção e comercialização do arsenieto de gálio. No entanto, os próprios líderes desses projetos admitem que grande parte do trabalho de desenvolvimento dos equipamentos e processos — a fim de tirar o máximo proveito das vantagens da ausência de gravidade — ainda está para ser feito.

Laboratório - Vários proponentes de experimentos no espaço acham que ainda é muito cedo para considerar a produção em órbita. Eles preferem ver o espaço como um laboratório de baixa gravidade, por enquanto.

"A coisa mais importante a ser extraída desse trabalho é uma melhor compreensão dos parâmetros físicos para nossos modelos teóricos, o que temos agora oportunidade de verificar através desses experimentos", observa Robert M. Sandfort, gerente de tecnologia de cristalização da *Monsanto*, um dos grandes fornecedores de materiais semicondutores. Sandfort está aguardando a liberação de uma verba do governo federal para a construção de uma grande estação ou plataforma orbital, antes de pensar em investir na produção espacial.

De fato, segundo ele, os mesmos aperfeiçoamentos no processamento de cristais poderiam ser obtidos na Terra, utilizando-se campos magnéticos para conter o fluxo ou reduzir a

profundidade do material fundido — o que proporciona maior uniformidade na produção. "É mais provável que os fabricantes comecem por essas soluções a curto prazo, antes de investir grandes somas naquilo que poderá ser a solução final: processamento no espaço", conclui.

Cientistas da NASA e de outros órgãos mantêm intensas pesquisas sobre as relações existentes entre a gravidade e as forças que afetam os cristais fundidos durante o processamento. As chamadas **correntes de convecção** — provocadas principalmente pela ação da gravidade terrestre — causam deslocamentos internos nos materiais fundidos, resultando numa distribuição desuniforme de dopantes. Isso dá origem a cristais imperfeitos, com defeitos capazes de reter cargas ou espalhar portadores. Com a integração crescente dos componentes, que está levando a geometria dos dispositivos para dimensões submicro-métricas, esse fenômeno poderá tornar-se um grande problema no futuro.

A questão básica, porém, permanece: qual o grau de perfeição dos cristais e de uniformidade dos dopantes que pode ser obtido no espaço? Lá, os efeitos da gravidade são reduzidos em cerca de 1 milhão de vezes; essa força, conhecida pelos cientistas como microgravidade, é chamada normalmente de "gravidade zero".

Novo efeito - Dois pesquisadores em especial esperam por respostas àquela questão: Achim Eyer e Reinhard Schönholz, da Alemanha Ocidental, principais responsáveis pelos experimentos que produziram cristais de silício e telureto de cádmio em órbita, durante a missão *Spacelab*, realizada em dezembro último (veja o quadro "Astronautas produzem cristais no espaço"). Eyer e seus colegas do Instituto de Cristalografia, da Universidade de Friburgo, acreditam que o cristal de silício dopado com fósforo poderá demonstrar se as correntes de convecção estiveram presentes no processo — não provocadas pela gra-

vidade, mas pelo efeito Marangoni ou gradientes de tensão superficial.

Pouca coisa se sabe a respeito dessa força. Os gradientes, por exemplo, são causados por diferenças na temperatura e composição do líquido. Se o efeito demonstrar grande atuação sob microgravidade, as promessas do processamento no espaço não serão brilhantes como se esperava.

Gerado através de uma técnica de zona flutuante, que utiliza um aquecedor a espelho para focalizar a energia liberada por duas lâmpadas halógenas, o cristal do *Spacelab* — com 10 mm de diâmetro e 120 mm de comprimento — será comparado a outros produzidos na Terra segundo o mesmo processo. "Se for comprovada uma distribuição uniforme de fósforo no cristal feito em órbita, o efeito Marangoni não será, então, um empecilho", afirma Eyer; "mas tivemos que ir ao espaço para separar os dois efeitos de convecção".

Projetos - O experimento a bordo do ônibus espacial foi apenas o mais recente de uma série que procura estabelecer as leis da física da microgravidade. Os primeiros estudos foram realizados a bordo das últimas missões *Apollo* e *Skylab*, durante a década de 70. Antes disso, as experiências eram conduzidas em grandes torres, onde os cristais eram fundidos, levados a uma gravidade quase nula e então analisados.

"Há tempos estamos empenhados na compreensão teórica desses fenômenos e hoje estamos plenamente convencidos de que é praticamente impossível evitar os fluxos de convecção na Terra, ocasionados pela gravidade", conclui Robert J. Naumann, cientista especializado em processamento de materiais do Centro Espacial Marshall, pertencente à NASA.

Os resultados dessa pesquisa básica — paralelamente à procura, pela NASA, de fundos e parceiros industriais — originaram muitos sonhos de instalações orbitais produzindo semicondutores de alta qualidade. Um dos que acreditam é a *Microgravity Research Associates*, que ano passado assinou um empreendimento conjunto com a NASA, para a produção de GaAs no espaço.

A empresa espera que seus primeiros fornos sejam embarcados num ônibus espacial em meados de 1986, segundo afirma seu presidente Richard L. Randolph. Sete experimen-

tos, ao todo, estão sendo planejados, com expectativa de produção comercial de materiais em 1989.

Um novo processo - O objetivo é a produção de cristais com diâmetro aproximado de 5 cm, por meio de um novo processo em desenvolvimento no MIT — o Instituto de Tecnologia de Massachusetts. Nesse processo, o crescimento eletroepitaxial de cristais utiliza uma semente mergulhada

numa solução de arsenieto de gálio. A passagem de uma corrente elétrica pela solução conduz átomos de gálio e arsênio para as proximidades da semente. Randolph acredita que essa técnica possa produzir cristais a temperaturas e pressão de vapor inferiores às dos outros processos.

Quanto à NASA, sua preocupação básica consiste em estabelecer um compromisso para o limitado tempo

de voo do ônibus, entre pesquisa científica e cargas comerciais, segundo explica Harvey W. Herring, gerente do projeto de cargas do Centro Marshall. "Do ponto de vista do crescimento de cristais, nosso principal impulso produtor reside na área dos detectores, especialmente aqueles à base de telureto de mercúrio-cádmio", diz ele.

"Não temos planos definidos para um voo, mas estamos desenvolvendo

Astronautas fabricam cristais no espaço

Em dezembro último, dois tipos de cristais semicondutores foram experimentalmente fabricados a bordo do Spacelab, sob condições de microgravidade, ou seja, de quase total imponderabilidade. Um deles, que visava o crescimento de silício dopado com fósforo, foi concebido por Achim Eyer, do Instituto de Cristalografia, pertencente à Universidade de Friburgo, Alemanha Ocidental. O outro, cujo responsável era Reinhard Schönholz, do mesmo instituto, fabricou telureto de cádmio, um semicondutor muito empregado em detectores de raios gama, janelas óticas de infravermelho e moduladores eletro-óticos.

Os materiais foram feitos com o auxílio do sistema de aquecimento por espelhos (MHF — Mirror Heating Facility), inventado por Eyer. O projeto todo foi financiado pelo Ministério da Pesquisa e Tecnologia da Alemanha Ocidental, que já gastou cerca de 1 milhão de dólares em pesquisas de crescimento de cristais.

Em janeiro, enquanto Schönholz ainda aguardava sua amostra de cristal, Eyer já havia recebido a sua mas, cautelosamente, preferiu não especular nada sobre o experimento, até que o cristal não fosse serado em "bolachas" e estudado por meio de técnicas de raios X e metalurgia. Esperava, na época, uma resposta concreta em abril ou maio deste ano.

Entretanto, segundo adiantou Eyer, se o cristal fosse julgado pela sua aparência externa, ele parecia "limpo" e bem fabricado; o que levava a crer num bom desempenho do sistema MHF. "Até o momento, estamos satisfeitos", declarou.

Como o experimento não previa uma automação total, a primeira tarefa do astronauta Byron Lichtenberg foi a de manter a energia for-

necida ao MHF num nível bastante preciso e de observar o crescimento do cristal através de um pequeno orifício. Durante os 20 minutos em que durou o experimento, o astronauta foi orientado por Eyer, que observou tudo através de um monitor instalado na sala de controle, em Houston.

O método adequado - O sistema MHF foi adotado nessa missão porque os métodos convencionais de produção de silício cristalino são impróprios à fabricação no espaço. O método de "puxamento" de Czochralski não pôde ser adotado, já que o silício fundido iria transbordar do cadinho sob condições de microgravidade. Aquecimento por radiofrequência também foi descartado, pois as frequências de RF iriam interferir no equipamento eletrônico da nave.

O método MHF de Eyer aquece o silício numa atmosfera de argônio, através de luz focalizada por dois espelhos elípticos — basicamente, dois elipsóides unidos, a fim de ter um ponto focal comum. O maior diâmetro do corpo desse duplo elipsóide (que foi montado horizontalmente) tem cerca de 25 cm, enquanto o menor é de 16 cm. Duas lâmpadas halógenas, uma em cada um dos outros dois focos, fornecem a energia luminosa necessária ao sistema. O conjunto consome cerca de 400 W por lâmpada, o suficiente para aquecer a barra matriz de silício até seu ponto de fusão — 1.420°C.

Essa barra matriz, de silício policristalino, foi fornecida pela Siemens alemã e media 10 mm de diâmetro e 120 mm de comprimento. Foi dopada com 2×10^{18} átomos de fósforo por centímetro cúbico, correspondendo a uma resistividade de 0,03 ohm-cm. O silício líquido,

que se manteve íntegro graças à tensão superficial, resfriou formando uma barra de silício monocristalino. Como na Terra, o crescimento ocorreu ao ritmo de 5 mm/m.

Normalmente, fenômenos de convecção afetam a distribuição do dopante. A convecção por gravidade faz com que as partículas mais leves (as aquecidas) desloquem-se para o topo do líquido e as mais pesadas (as mais frias), para o fundo. Há também o efeito Marangoni, que se refere a diferenças de tensão superficial e leva a variações de temperatura — e, portanto, à convecção — num corpo aquecido. No espaço, esse efeito pode ser isolado, já que o efeito da gravidade é praticamente nulo. Assim, o objetivo último de Eyer é o de descobrir se a distribuição de dopantes no silício é influenciada pela convecção da gravidade, pela de Marangoni ou por ambas.

O experimento de Schönholz também utilizou o método MHF e, como o outro, surtiu bom resultado. Ele foi apenas mais automatizado que o primeiro; após o início do crescimento do cristal — ajustado por Ulf Merbold, o físico e astronauta alemão a bordo do Spacelab — o processo desenvolveu-se automaticamente.

Schönholz pretende estudar os deslocamentos na estrutura do cristal. Com a ausência da convecção por gravidade, ele espera que o número de deslocamentos seja inferior ao verificado no telureto de cádmio terrestre. Nesse caso, o efeito Marangoni não conta, pois o material foi fabricado numa ampola de quartzo a 800°C, com suas paredes internas revestidas de grafite, a fim de distribuir uniformemente a temperatura. A ampola permaneceu estacionária, enquanto o forno MHF estava em movimento.

equipamentos para um primeiro e rudimentar experimento no *Spacelab 3*, previsto para setembro de 1985", informa Herring. A terceira missão *Spacelab* deverá explorar também a confecção de cristais a partir de uma solução aquosa, um processo semelhante "à confecção de doces, usando açúcar e água quente", segundo ele. Esses cristais serão de sulfato de triglicina — um aminoácido empregado em detectores de infravermelho. Serão feitas algumas tentativas, também, no crescimento de cristais de iodeto mercúrio por deposição de vapor.

MPS - A agência espacial americana tem um programa específico para incentivar o uso industrial do espaço, que é o MPS — *Materials Processing in Space*, implantado em 1978. A NASA tem programado seus experimentos por intermédio desse projeto que, além de concentrar-se no crescimento de cristais, estuda também métodos de solidificação de ligas e metais, produção de compostos biológicos (em grande parte para a indústria farmacêutica) e processamento de vidros especiais sem recipientes.

Um grupo de cientistas independentes foi encarregado de avaliar cada um dos experimentos propostos. No momento, 64 avaliações estão em andamento, das quais 13 já estão prontas para voar e 25 encontram-se no estágio de desenvolvimento de voo. O restante talvez nem venha a ser embarcado, mas poderá servir de apoio aos demais.

Com o sucesso das naves reutilizáveis, a NASA viu surgir um grande interesse do setor privado em projetos espaciais, observa William K. Vardaman, um dos diretores do programa MPS no Centro Marshall e contato entre a agência e as empresas interessadas no processamento sob microgravidade. A NASA tem firmado uma série de empreendimentos conjuntos, cobrindo uma grande faixa de processamento de materiais; cerca de dez deles já estão confirmados, incluindo o da *Microgravity*. Em outro, a *Fairchild* está desenvolvendo uma plataforma de produção e pesquisa chamada *Leasecraft*. Dentro de três anos, ela deverá ser colocada em órbita por um ônibus espacial e, mais tarde, recuperada.

ELETRÔNICA, RÁDIO e TELEVISÃO

DESDE 1891

O curso que lhe interessa precisa de uma boa garantia!

As ESCOLAS INTERNACIONAIS, pioneiras em cursos por correspondência em todo o mundo desde 1891, investem permanentemente em novos métodos e técnicas, mantendo cursos 100% atualizados e vinculados ao desenvolvimento da ciência e da tecnologia modernas. Por isso garantem a formação de profissionais competentes e altamente remunerados.

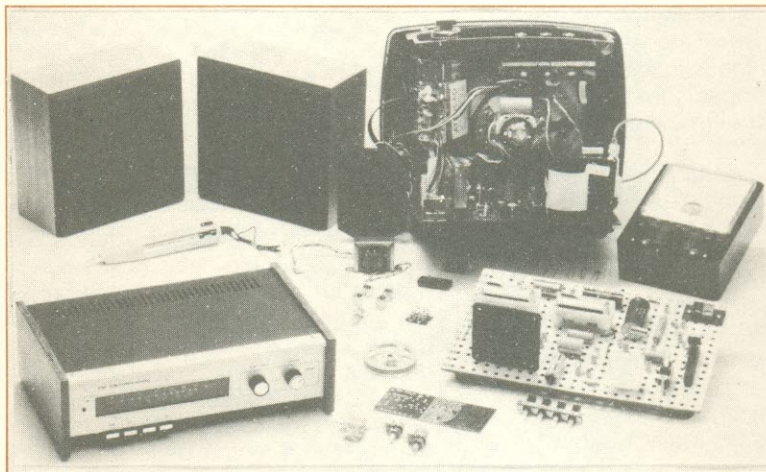
Não espere o amanhã!

Venha beneficiar-se já destas e outras vantagens exclusivas que estão à sua disposição. Junte-se aos milhares de técnicos bem sucedidos que estudaram nas ESCOLAS INTERNACIONAIS.

Adquira a confiança e a certeza de um futuro promissor, solicitando GRÁTIS o catálogo completo ilustrado. Preencha o cupom anexo e remeta-o ainda hoje às ESCOLAS INTERNACIONAIS.



Curso preparado pelos mais conceituados engenheiros de indústrias internacionais de grande porte, especialmente para o ensino à distância.



GRÁTIS

Envie hoje mesmo, o seu cupom e receba, inteiramente grátis, uma valiosa publicação **EI**: "Como Triunfar na Vida".



A teoria é acompanhada de 6 kits completos, para desenvolver a parte prática:

- **kit 1** — Conjunto básico de eletrônica
- **kit 2** — Jogo completo de ferramentas
- **kit 3** — Multímetro de mesa, de categoria profissional
- **kit 4** — Sintonizador AM/FM, Estéreo, transistorizado, de 4 faixas
- **kit 5** — Gerador de sinais de Rádio Frequência (RF)
- **kit 6** — Receptor de televisão

EI - ESCOLAS INTERNACIONAIS

Caixa Postal 6997 - CEP 01051 - São Paulo - SP

Telefone: (011) 803-4499

Envie-me, grátis e sem compromisso, o magnífico catálogo completo e ilustrado do curso de **Eletrônica, Rádio e Televisão**, com o livreto **Como Triunfar na Vida**.

Nome.....

Rua..... n.º.....

CEP..... Cidade..... Est.....

NOSSOS CURSOS SÃO CONTROLADOS PELO NATIONAL HOME STUDY COUNCIL. (Entidade norte-americana para controle do ensino por correspondência).

Escolas Internacionais

Cx. Postal 6997 - CEP 01051 - São Paulo - SP
CURSOS DE QUALIFICAÇÃO PROFISSIONAL

Sérias dúvidas

Este ano, a Liga de Amadores Brasileiros de Rádio Emissão — LABRE — comemora o seu quinquagésimo aniversário. Uma data propícia a reflexões, principalmente no que diz respeito ao fraco desempenho desta entidade frente aos radioamadores de todo o Brasil.

A falta de mobilização da classe, quase freqüente, pôde ser constatada durante os dois congressos de radioamadorismo realizados recentemente, um no final de 83, outro no início deste ano. Um espaço de tempo realmente curto, desperdiçado pela falta de um plano de trabalho e de uma boa coordenação. Isto acontece numa época de plena abertura política. E para completar, o radioamador é obrigado a aderir à filiação compulsória, algo repudiado por toda a categoria.

Perguntamos à LABRE, há cerca de um ano, quais os equipamentos que seus associados poderiam utilizar, nas diversas modalidades existentes, como RTTY, operações satélites que poderiam estar em cada Diretoria Regional. Gostaríamos de obter tal resposta para passá-la aos vários radioamadores que nos escrevem, bem como alinharmos na divulgação das realizações (?) da LABRE em prol do radioamadorismo.

O que, na verdade, nos preocupa é que a LABRE não fornece explicações e não contesta nenhuma das críticas que lhe são feitas através da imprensa e dificilmente dá ouvidos a uma interpelação mais "curiosa".

Transequatoriais em dois metros

Estávamos aguardando as confirmações, com a vinda dos cartões QSL, comprovantes da realização dos contatos. Pelas dificuldades dos Correios atingirem a Ilha de Santa Lúcia, na América Central, consideraremos estes informes como extra-oficiais, mas comprovados pela gravação e pela participação do radioamadorismo gaúcho.

PY3GO-Sadi, da cidade de Gravataí-RS, depois de um ano ou mais de pesquisa, torna-se o segundo radioamador brasileiro a realizar contato na faixa dos 2 metros, ultrapassando o Equador. No dia 03.11.83 e 04.11.83 choveu muito em Gravataí e

não foi possível ouvir claramente. No dia 05 desse mesmo mês, Sadi já ouviu J6LKKJ e J6LYH, mas não conseguiu realizar o contato. Somente no dia seguinte, com um sofrimento danado, de acordo com Sadi, o contato foi realizado, pois o sinal era fraco e pipocava, porém audível. A frequência: 146:520 MHz em FM, às 20:40 hs.

Segundo Sadi, no dia 02.11.83, ele conseguiu gravar, nada mais nada menos, que J6LKR, J6LKM, J6LKKJ, J6LYH, conversando bem. Infelizmente, Sadi não pôde contatá-los neste dia. Os equipamentos foram duas antenas de onze elementos, um rádio Yaesu 227 RB e uma linear EMA-100 com potência de 40 watts.

PY3BZM-Lauro, da cidade de São Sebastião do Cai-RS, que foi o desbravador e que comprovou as possibilidades do sul do Brasil contatar a América Central, novamente realizou os contatos transequatoriais com os mesmos radioamadores que o Sadi contactou (J6LKKJ e J6LYH).

Perguntamos aos radioamadores gaúchos: Só dois, tchê? E o restante dos gaúchos doismetristas?

O Alfabeto Fonético

"Nas últimas semanas, muitos debates têm surgido pelas faixas de radioamador com respeito à utilização do alfabeto fonético na deletração dos indicativos de chamada. Como todos sabemos, muitos colegas utilizam as mais diversas formas para codificar seu indicativo. De acordo com o item 11.5 da Norma de Execução do Serviço Radioamador, a deletração e os códigos devem ser os utilizados internacionalmente. Nesse caso, para deletração, só existe um reconhecido pela UIT-União Internacional de Telecomunicações: o OACI-Organização de Aviação Civil Internacional.

Mundialmente, os radioamadores, em particular aqui no Brasil, usam também nomes de países e peças de rádio. Segundo informações da LABRE-RJ, em QTC falado, é válido somente o código OACI. Todavia, a LABRE Central nos informou, posteriormente, que era válida a codificação por nomes de países e peças de rádio, e justificou dizendo que o primeiro caso é de uso internacional e os "nomes de peças de rádio" se justificam por ser um costume brasileiro. Em relação aos nomes de países, ain-

da podemos aceitar, pois de certa forma se enquadra no item 11.5 da Norma. Mas, no segundo caso, é inadmissível. A telecomunicação não admite vícios regionais... No próprio anteprojeto do novo regulamento do Serviço de Radioamador, em seu artigo 26, item II, já há menção de que só podemos utilizar deletração utilizada internacionalmente, aprovada pela UIT ou por legislação brasileira. Como por legislação brasileira não temos nenhum alfabeto fonético, é imprescindível que a LABRE habitue os radioamadores no procedimento correto que, por sinal, é de uso comum em todos os países. O fonético da OACI é utilizado desde a Sibéria até na nossa polícia local".

Esta carta, enviada pelo radioamador Heitor Vianna Posada Filho, enfatiza a questão do alfabeto fonético que parece afligir a muitos ultimamente. O QTC Minuano — jornal do RS — deu fim a essa polêmica em sua edição de janeiro deste ano, publicando uma resposta do próprio Dentel: "Os códigos conhecidos como de "peças de rádio" e "termos regionais", em virtude de legislação nacional e internacional de telecomunicações, são impróprios para a deletração de indicativos de chamada de estações de radioamadores".

Novos Beacons

Somente a iniciativa de alguns radioamadores pioneiros vieram preencher a lacuna que o nosso clube deixa.

Recebemos de Corumbá-MS a informação do amigo PT9FH-Moreira Neto (Caixa Postal 197 - CEP 79.300 - Corumbá) de que dois beacons (Emissões Piloto), um em 6 metros na frequência de 50,012,5 MHz, inclusive já recebeu QSL da América Central, América do Sul, EUA e de diversos pontos do Brasil. O segundo beacons está em 144:070 MHz, com 40 watts e uma antena J pole altitude 1860m snm.

Reportamos ainda que, em Rondonópolis, PY2PWJ-Branquinha está bastante ativo. Parabéns ao pioneiro Moreira Neto que, com seu esforço, está trabalhando em dotar a RBR (Rede Brasileira de Radioamadores) de importantes pontos de referência de propagação. Aos amigos radioamadores é solicitado o envio do QSL-SWL para os beacons no endereço acima citado. ●

O pequeno grande micro.

Agora, na hora de escolher entre um microcomputador pessoal simples, de fácil manejo e um sofisticado microcomputador profissional, você pode ficar com os dois.

Porque chegou o novo CP 300 Prológica.

O novo CP 300 tem preço de microcomputador pequeno. Mas memória de microcomputador grande.



Pode ser acoplado a uma impressora.

Ele já nasceu com 64 kbytes de memória interna com possibilidade de expansão de memória externa para até quase 1 megabyte.

E tem um teclado profissional, que dá ao CP 300 uma versatilidade incrível. Ele pode ser utilizado com programas de fita cassete, da mesma maneira que com programas em disco.



O único na sua faixa que já nasce com 64 kbytes de memória.



Compatível com programas em fita cassete ou em disco.

Pode ser ligado ao seu aparelho de TV, da mesma forma que no terminal de vídeo de uma grande empresa.

Com o CP 300 você pode fazer conexões telefônicas para coleta de dados,



Permite conexão telefônica.

se utilizar de uma impressora e ainda dispor de todos os programas existentes para o CP 500 ou o TRS-80 americano. E o que é melhor:

você estará apto a operar qualquer outro sistema de microcomputador.

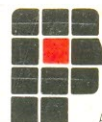
Nenhum outro microcomputador pessoal na sua faixa tem tantas possibilidades de expansão ou desempenho igual.

CP 300 Prológica.

Os outros não fazem o que ele faz, pelo preço que ele cobra.



Pode ser ligado a um televisor comum ou a um sofisticado terminal de vídeo.



PROLOGICA
microcomputadores

Av. Eng.º Luis Carlos Berrini, 1168 - SP



Solicite demonstração nos principais magazines.

AM
Manaus - 234-1045
• BA-Salvador - 247-8951
• CE-Fortaleza - 226-0871 - 244-2448
• DF-Brasília - 226-1523 - 225-4534 • ES-Vila Velha
229-1387 - Vitória - 222-5811 • GO-Goiânia - 224-7098 • MT
Cuiabá - 321-2307 • MS-Campo Grande - 383-1270 - Dourados - 421-1052
• MG-Belo Horizonte - 227-0881 - Betim - 531-3806 - Cel. Fabriciano - 841-3400 - Juiz
de Fora - 212-9075 - Uberlândia - 235-1099 • PA-Belém - 228-0011 • PR-Cascavel - 23-1538 - Curitiba - 224-5616 - 224-3422 - Foz do Iguaçu - 73-3734 - Londrina - 23-0065 • PE-Recife - 221-0142 • PI-Teresina
222-0186 • RJ-Campos - 22-3714 - Rio de Janeiro - 264-5797 - 253-3395 - 252-2050 • RN-Natal - 222-3212 • RS-Caxias do
Sul - 221-3516 - Pelotas - 22-9918 - Porto Alegre - 22-4800 - 24-0311 - Santa Rosa - 512-1399 • RO-Porto Velho - 221-2656 • SP
Barretos - 22-6411 - Campinas - 2-4483 - Jundiaí - 434-0222 - Marília - 33-5099 - Mogi das Cruzes - 469-6640 - Piracicaba - 33-1470 - Ribeirão
Preto - 625-5926 - 635-1195 - São Joaquim da Barra - 728-2472 - São José dos Campos - 22-7311 - 22-4740 - São José do Rio Preto - 32-2842 - Santos - 33-2230
Sorocaba - 33-7794 • SC-Blumenau - 22-6277 - Chapecó - 22-0001 - Criciúma - 33-2604 - Florianópolis - 22-9622 - Joinville - 33-7520 • SE-Aracaju - 224-1310